ZUR STRATIGRAPHISCHEN KORRELATION AUF GRUND DES GESTEINSMAGNETISCHEN VERHALTENS

und

ANWENDUNG AUF DAS OBERROTLIEGENDE UND DEN BUNDSANDSTEIN VON RHEINLAND-PFALZ UND SAAR

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Wolfgang Dachroth
aus Schmölln/Thür.

Saarbrücken 1969

ZUR STRATIGRAPHISCHEN KORRELATION AUF GRUND DES GESTEINSMAGNETISCHEN VERHALTENS

und

ANWENDUNG AUF DAS OBERROTLIEGENDE UND DEN BUNDSANDSTEIN VON RHEINLAND-PFALZ UND SAAR

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Wolfgang Dachroth
aus Schmölln/Thür.

Saarbrücken 1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 14.Februar 1969

Der Dekan:	Prof. Dr. H.D.Dietze
Berichterstatter:	Prof. Dr. F.Firtion
	Prof. Dr. A.Jung

RESUME

Des mesures d'aimantation sur 540 échantillons prélevés en fonction de leur situation strati - graphiques (Permien supérieur et Trias inferieur du SW de l'Allemagne) montrent une dépendance entre le magnétisme rémanent, la susceptibilité et la pétrographie des échantillons. Les valeurs Qn conduisent à des courbes de variation qui diffèrent à peine pour l'ensemble des couches examinées. Les résultats obtenus permettent de distinguer une époque à aimantation reverse: le Kiamanien qui englobe encore le Tatarien inférieur et une époque à aimantation normale prépondérante comprenant le Tartarien supérieur et le Trias inférieur. Des profils magnétiques de détail ainsi qu'un profil d'ensemble, permettent de classer les variations observées suivant quatre catégories caractérisées par leur durée. Le Grès bigarré comporte des niveaux de faible épaisseur présentant un magnétisme reverse lequel se traduit par une pointe marquée sur les courbes de l'inclinaison. L'étude détaillée d'une telle reversion montre qu'il ne s'agit pas d'un changement brusque mais qu' elle se trouve soulignée par une série continue de valeurs de transition. Il convient également de remarquer que la desaimantation à 500 Oerstedt des échantillons met en évidence la stabilité du magnetisme rémanent. La position du pôle magnétique du Permien reverse correspond à celle définie par dáutres auteurs, alors que le Tartarien supérieur et le Trias inférieur sont caractérisés par un champ magnétique analogue au champ magnétique actuel. En outre, l'auteur propose dans son travail des possibilités de correction relatives à la correlation des profils magnétiques de séries stratigraphiques de faible épaisseur, et l'intérêt du magnetisme des roches pour résoudre des problèmes d'ordre stratigraphique y est discuté. La partie stratigraphique de l'ouvrage comprend une description des étages étudiés et les résultats obtenus dans le domaine du magnetisme sont soulignés et mis en evidence par de nombreux tableaux et diagrammes.

ABSTRACT

The study of 540 samples (1500 specimen) taken out of the upper Permian (Oberrotliegendes) and the lower Triassic (Buntsandstein) of southwestern Germany according to stratigraphic aspects,shows correlation between the frequency distributions of the values of remanent magnetization and susceptibility and the petrography. All layers posses very similar distribution curves of Qn-values. The direction of magnetizaion allows to distinguish the Kiaman (reversed magnetization),the upper Tatar and the lower Triassic (dominantly normal magneti - zation). Induvidual magnetic profiles and in the same way a statistic collective profile containing all measured values prove variations of magnetization in four different categories. Short intercalations of small layers showing reversed magnetization are striking and typical for the lower triassic period (sharp inclination dent). A detailed study of a magnetic reversion shows the existence of transition values between normal and reversed magnetization in opposition to other authors who found very sharp reversal of sign. The demagnetization in a field of 500 oerstedt proved the stability of the remanent magnetization. The position of the pole during the reversed Permian agrees with the observations of other authors. The upper Tatar and the lower triassic period show pole positions which correspond to the actual magnetic field. The rock magnetism is applied to the solution of stratigraphic problems and it is shown that the correlation of magnetic profiles in a small stratigraphic range implies the necessity of corrections. The regional stratigraphic part contains a description of the studied formations; their magnetic properties are illustrated by magnetization diagrams, profiles and tables.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung 6

Zeichenerklärung 8

Geophysikalischer Teil 9

Probeentnahme und Messung 9
Die magnetischen Eigenschaften der Gesteine 10
Die Intensitäten des fossilen Magnetfeldes 16
Die fossilen Magnetisierungsrichtungen 17
Magnetisierungsdiagramm 17
Säulendarstellung der Winkelwerte 17
Das gesteinsmagnetische Verhalten in der Zeit 21
Die allgemeingültige Interpretation 21
Profildarstellungen 22
Beobachtungen an Profildarstellungen 23
Die Stabilität der remanenten Magnetisierung 32
Richtungsstatistik zur Remanenz 33
Pollagen 37
Fehlerbetrachtung 40

Stratigraphie - allgemeiner Teil 42

Die stratigraphische Korrelation an Hand gesteinsmagnetischer Untersuchungen 42
Die Parallelisierung im stratigraphisch engen Bereich und mögliche Korrekturen 44
Die Möglichkeiten der stratigraphischen Anwendung gesteinsmagnetischer Daten 48

Stratigraphie - spezieller Teil 50

Die Oberrotliegend-Gesteine und der Annweiler Sandstein um Annweiler in der Südpfalz 50
Die Oberrotliegend-Gesteine und die Staufer Konglomerate am Südrand des Pfälzer Sattels 54
Das Oberrotliegende im westlichen Saarland 62
Der Hauptbuntsandstein 62
Der Mittlere Buntsandstein im westlichen Saarland 76
Der Obere Buntsandstein 77
Stratigraphische Übersichtstabelle 86

Zusammenfassung 87

Tabelle 2 - Richtungsstatistische Angaben zu den untersuchten Schichten 89

Literatur

Einleitung

Die stratigraphische Gliederung der Rotsedimente erfolgt bislang nach rein faziellen Merkmalen. Im Buntsandstein führte dies zu einer großen Anzahl stratigraphischer Arbeiten, denen jedoch nur eine klein dimensionierte regionale Gültigkeit zukommt. Die Beobachtungen von zyklischem Aufbau, Schichtlücken und fossilen Bodenhorizonten lassen einen weitreichenden Vergleich zu, doch bleiben auch solche Vergleiche nur Vermutungen. Die zahlreichen sedimentologisch ausgerichteten Arbeiten verdeutlichen, daß zwar durch solche Untersuchungen die Kenntnis über das Gestein erweitert, der regionale stratigraphische Geltungsbereich jedoch kaum überschritten werden kann.
Die gesteinsmagnetischen Richtungen stellen hingegen Daten dar, denen - zumindest nach theoretischen Erwägungen - eine weitreichende (weltweite) Bedeutung zukommt.
Dieser Arbeit war somit das Ziel gesetzt, die vorliegenden Beschreibungen der Oberrotliegend- und Buntsandstein-Gesteine durch die Angaben ihrer gesteinsmagnetischen Eigenschaften zu ergänzen, sowie die Möglichkeiten der stratigraphischen Korrelation zu erkunden.
Es wurden 540 Gesteinsproben nach stratigraphischen Gesichtspunkten gezogen. Hiervon wurden 1500 Meßwürfel angefertigt und am astatischen Magnetometer in Göttingen vermessen.
Diese Arbeit kam durch Absprache mit meinen hochverehrten Lehrern, den Professoren Dr. F. FIRTION und Dr. A. JUNG zustande. Ich danke ihnen für zahlreiche Ratschläge, Diskussionen und Vermittlungen, mit denen sie die Durchführung der Arbeit ermöglichten.
Für die Bereitstellung der technischen Anlagen danke ich dem Direktor der geophysikalischen Abteilung des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Herrn Dr. HAHN.
In den Herren K. FROMM und H. J. ULRICH (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung) fand die Arbeit eine wichtige technische Unterstützung beim Vermessen der Proben sowie bei der Ausrechnung der Meßwerte. Durch ihre Arbeit sowie durch zahlreiche Diskussionen und Ratschläge wurde die Arbeit besonders gefördert.

Für seine Bemühungen danke ich Herrn MARTIN von der Rechenzentrale der Universität des Saarlandes, an der die technischen Vorbereitungen für die Ausrechnung sowie ein Teil der Statistik-Berechnungen durchgeführt wurden.
Ich danke den Herren Privatdozenten Dr. E. SCHNEIDER und Dr. H. SCHNEIDER sowie den Herren V. DIETZ und K. SCHRÖDER vom Geologischen Institut der Universität des Saarlandes für ihr Interesse, welches sie meiner Arbeit entgegenbrachten. Vom Geologischen Institut war mir Herr GOFFING bei der Probeentnahme behilflich. Herr EISENLA besorgte das Zurechtschneiden der Meßwürfel äußerst gewissenhaft.

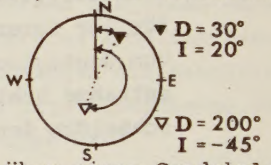
ZEICHENERKLÄRUNG

Magnetisierungsdiagramm

Die in die Polarkoordinaten eingetragenen Magnetisierungswerte enthalten in einem Punkt den Deklinationswinkel und den Inklinationswinkel. Die Deklination zählt rechtsdrehend im Uhrzeigersinn von Nord (0^o) aus. Die Inklination zählt vom Projektionsrand (0^o) zum Zentrum (90^o). Dabei bedeuten:

Z B Magnetisierungswerte mit positiven Inklinationswinkel

Magnetisierungswerte mit negativem Inklinationswinkel



Magnetische Profile

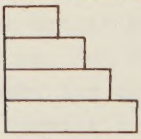
Die Deklinationswinkel sind als Punkte über einer Gradskala abgetragen. Zur besseren Übersicht wurden die Zeichen angebracht ↑ = N; → = E; ↓ = S; ← = W.
Die Inklinationswinkel sind als Punkte über der Gradskala abgetragen.
negatives I $=-n^o$ = ; positives I $= +n^o$ =

| bedeutet das Mittel der remanenten Magnetisierungsrichtung auf der Kugeloberfläche (Gesteinsprobe / sample)

• bedeutet den Wert eines Meßwürfels (specimen)

Die Qn - Werte sind als Punkte über einer logarithmischen Skala abgetragen. Jeder Punkt stellt den Mittelwert für eine Gesteinsprobe (sample) dar.

Petrographische Profile



Ton

Feinsand

Mittelsand

Grobsand

Konglomerat

geröllführender Grobsand

Grobsand mit aufgearbeitetem Material aus einer violetten Zone

■ Violette Zone

D Dolomitkruste

d dolomitisches Bindemittel

K Karneol

W Wurzelhorizont

* Kristallsandstein

GEOPHYSIKALISCHER TEIL

Probeentnahme und Messung

Die Probeentnahme verlief parallel zur Auswertung und wurde weitgehend von den bereits vorliegenden Ergebnissen bestimmt. Die ersten Proben wurden als Einzelproben, an weit verstreut, aber stratigraphisch markanten Punkten, gezogen. Diese Proben lieferten Aussagen über die unterschiedliche Streuung in den verschiedenen Schichten sowie über die Meßbarkeit der Gesteinsproben. Hieran ansetzend erfolgte die Probeentnahme in Profilen, die letztlich durch Vergleichsprofile oder Stichproben kontrolliert wurden. Die Voraussetzung für die Probeentnahme war die Kenntnis der zu vergleichenden Aufschlüsse.

Die Technik der Probeentnahme richtet sich nach der Beschaffenheit des Gesteins. Bei härteren Sandsteinen wurde vom Anstehenden die Probe abgeschlagen und, wieder in die ursprüngliche Lage gesetzt, mittels horizontalem Gipsanstrich und vermerkter Nordrichtung markiert. Weichere, aber in sich zusammenhaltende Gesteinsproben konnten teilweise herausgesägt werden. Die häufig vorkommenden dünnschichtigen Sandsteine wurden ausgestanzt. Als Stanzform diente Aluminium, das bei der Messung die Probe umgab. Dünnschliffe durch solche Proben haben ergeben, daß durch das Einpressen in die Stanzform keine Verstellung oder Zerrüttung im Gestein hervorgerufen war.

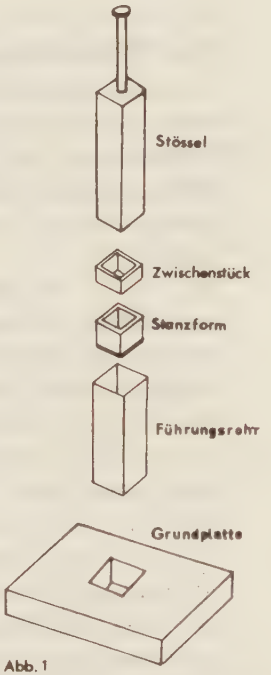


Abb. 1
Stanzvorrichtung zur Probeentnahme in Lockersanden und Tonen

Aus den im Gelände gezogenen Gesteinsproben (samples) wurden im Labor jeweils drei Würfel mit einer Kantenlänge von 3,2 cm

geschnitten. Hierzu war meist eine vorangehende Imprägnierung der Gesteinsprobe mit Araldit-Gießharz notwendig.
Es kamen von jeder Gesteinsprobe drei Probewürfel (specimen) zur Messung. Die Messung erfolgte am astatischen Magnetometer in Göttingen.[1] Es wurden ca. 1500 Würfel aus 542 Gesteinsproben vermessen.
Die Ausrechnung der Meßwerte erfolgte durch die Herren K.FROMM und H.J.ULRICH in der Rechenzentrale der Bundesanstalt für Bodenforschung in Hannover. Die Rechenergebnisse liefern Angaben über Deklination, Inklination, Suszeptibilität und Remanenz einer jeden Meßprobe. Hinzu kommen die gewünschten Mittelwertsbildungen.

Die magnetischen Eigenschaften der Gesteine

Die magnetischen Eigenschaften eines Gesteins werden durch das Zusammenwirken von remanenter und induzierter Magnetisierung bestimmt. Die remanente Magnetisierung entspricht dem ausgerichteten magnetischen Material im Gestein. Das Gestein zeigt die Eigenschaften eines schwachen Dauermagneten.
Die induzierte Magnetisierung entspricht dem Produkt aus Feldstärke und der der Gesteinsprobe eigenen magnetischen Proportionalitätskonstante (der Suszeptibilität).
Die durch den Gesteinsmagnetismus hervorgerufenen Anomalien an der Erdoberfläche werden im Falle des Buntsandsteins zu ca. 90 % von der Induktion und zu nur 10 % von der Remanenz beeinflußt. Die Remanenzwerte schwanken zwischen 0,1 und 0,5 γ, die der Induktion zwischen 1 und 5 γ.
Die Richtung des magnetischen Dipolfeldes ist durch die Winkelangaben von Inklination und Deklination gekennzeichnet. Die Deklination stellt den Winkel zwischen geographisch Nord und der Projektion des Remanenzvektors auf die Horizontale dar. Die Inklination ist der Winkel zwischen der Horizontalen und dem Remanenzvektor.

---

1) Das astatische Magnetometer wurde 1956 von HELLBARDT gebaut. Es lassen sich damit Magnetisierungen von 10^{-5} bis 10^{-8} γ messen.

Beim astatischen Magnetometer wird die Remanenz durch die Messung von Teilvektoren in Nord-, Ost- und Z-Komponente zerlegt und über Winkelfunktionen in ihrer Richtung bestimmt. Im Rahmen der stratigraphischen Untersuchung wurden die Remanenz- und Suszeptibilitätswerte in Häufigkeitsdiagrammen aufgetragen (Abb. 2 + 3). Ein Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Remanenzwerte ergibt eine deutliche Abhängigkeit von der Petrographie. Das Maximum liegt bei den überwiegend fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen bei 0,25 γ, bei den überwiegend grobkörnigen Sandsteinen bei 0,5 γ. Das Maximum des permischen Basaltes (Waldhambach) liegt bei 12 γ. Die Verteilung der Suszeptibilitätswerte ist nicht so ausgeglichen wie die der Remanenzwerte. Die Extreme liegen hier bei der Karlstalfelszone mit einem sehr breiten, flachen Maximum und zum anderen bei den unteren Karlstalschichten mit einem ausgeprägt spitzen Maximum. Dazwischen scheinen alle Übergangsformen vorzuliegen. Es lassen sich jedoch auch hier Abhängigkeiten von der Petrographie erkennen, indem die grobkörnigen Sandsteine zu einem breiten, flachen Verlauf und die fein - bis mittelkörnigen Sandsteine zu einem Verlauf mit zugespitztem Maximum tendieren.

Der unterschiedliche Verlauf der Verteilungskurven der Suszeptibilitätswerte läßt Rückschlüsse auf die Verteilung des magnetischen Materials zu. Im Falle der Karlstalfelszone ist das magnetische Material sehr unterschiedlich auf die eingegangenen Proben verteilt. Die unteren Karlstalschichten zeigen eine gleichmäßige Verteilung des magnetischen Materials.

Als Träger der Magnetisierung in Sandsteinen haben sowohl die ferromagnetischen Schwereminerale, wie das die Rotfärbung verursachende Bindemittel, Hämatit, in Wechselwirkung zu gelten.

Im Laufe der Messungen konnte beobachtet werden, daß bei bestimmten Sandsteinen die Magnetisierung deutlich von der Rotfärbung abhängig ist. Der Voltziensandstein zeigt fleckige Entfärbungsbereiche mit scharfer Begrenzung im sonst dunkelrot-violetten Sandstein. Helle, gebleichte Meßwürfel ergaben hier schwächere Magnetisierungswerte als die roten Meßwürfel

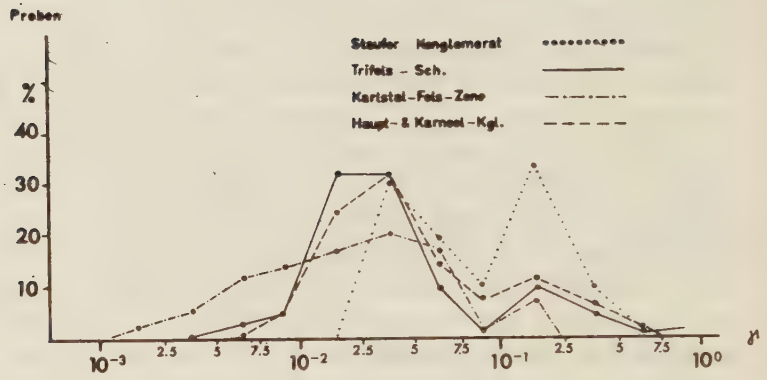


Abb. 2a Häufigkeitsverteilung der Remanenzwerte in grobkörnigen Sandsteinen

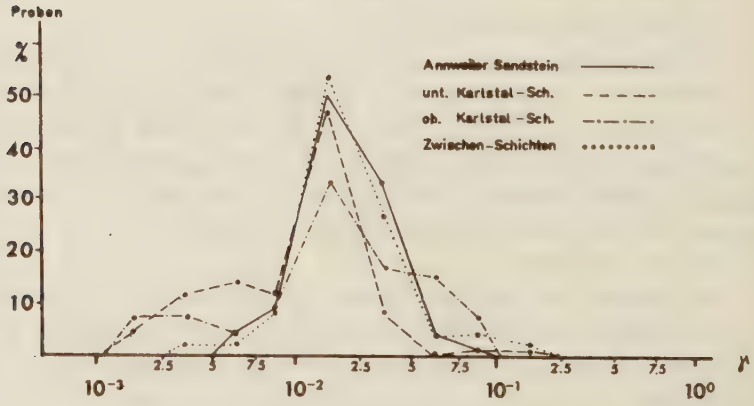


Abb. 2b Häufigkeitsverteilung der Remanenzwerte in feinkörnigen Sandsteinen

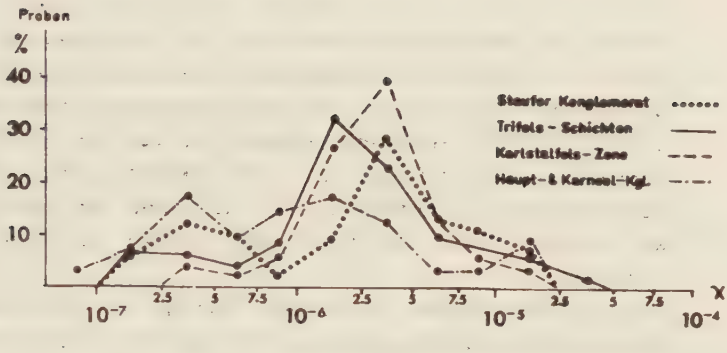


Abb. 3a Häufigkeitsverteilung der Suszeptibilitätswerte in grobkörnigen Sandsteinen

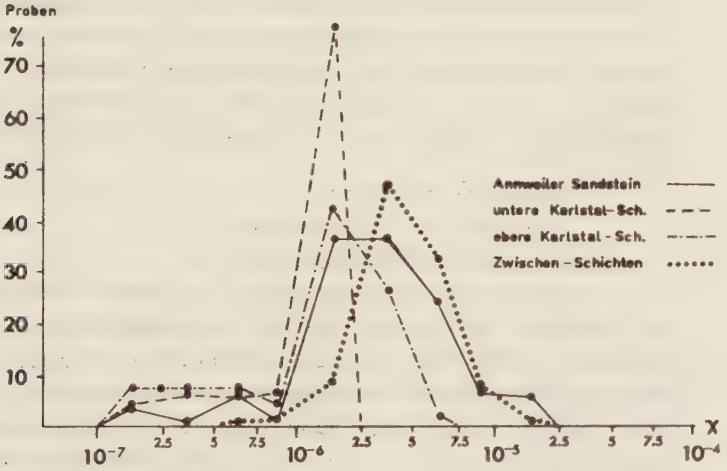


Abb. 3b Häufigkeitsverteilung der Suszeptibilitätswerte in feinkörnigen Sandsteinen

von der gleichen Gesteinsprobe. Im gleichen Sinne sind Proben aus dem Bleichungshorizont im Liegenden des Zechsteins bei Annweiler schwächer magnetisiert als die tieferen und höheren Sandsteine. Bei den überwiegend grobkörnigen Sandsteinen der Felszonen kommen bei äußerer Gleichheit extrem starke Unterschiede in der Magnetisierung vor. Die Färbung des Sandsteins hat einen nur geringen Einfluß. Bei solchen Gesteinsproben können starke Inhomogenitäten vorliegen.

Diese Beobachtungen lassen sich gut mit den bestehenden Schwereminerauntersuchungen vergleichen. Besonders bei der Karlstalfelszone, aber auch bei den übrigen grobkörnigen Sandsteinen hat sich eine stark unterschiedliche Schwereminerälführung ergeben.

Eine optische Untersuchung der opaken Schwereminerale an 5 Anschliffen aus verschiedenen Lagen des Buntsandsteins läßt besonders sekundäre Umwandlungen und, wohl als Folge davon, unterschiedliche Zusammensetzung erkennen (vergl. BUREK). In allen Schliffen finden sich Magnetit, Hämatit, Eisenhydroxid und Ilmenit. Vorgefunden werden Umwandlungen von:

Magnetit zu Hämatit
Magnetit zu Eisenhydroxid
Hämatit zu Eisenhydroxid
Pyrit zu Eisenhydroxid (im oberen Buntsandstein)

Es enthalten die Proben aus den Trifelsschichten überwiegend Magnetit, Sande von Bildstock überwiegend Hämatit, Karlstalfelszone und Karneolkonglomerat überwiegend Eisenhydroxid. Über den Zeitpunkt der Umwandlung (vor oder nach der Sedimentation) und somit über stratigraphische und petrographische Bedeutung der unterschiedlichen Zusammensetzung kann keine Aussage getroffen werden.

Die Intensitäten des fossilen Magnetfeldes

Relative Intensitätsangaben zum fossilen Magnetfeld bietet das Verhältnis von Remanenz zu Suszeptibilität. Unter den verschiedenen Möglichkeiten zur Bestimmung fossiler Magnetfelder (IRVING S. 10, 178ff) wurde das Verhältnis von remanenter zu induzierter Magnetisierung gewählt.
(Qn-Verhältnis nach KÖNIGSBERGER).

$$Qn = \frac{Mn}{F \times \chi}$$

Mn . . Remanenz in γ
F . . Feldstärke = 0,467 Gauß/Zweibrücken 1966
χ . . Suszeptibilität

Die ermittelten Qn - Werte bewegen sich in der Größenordnung von 0,1 bis 100 mit einer mittleren Häufigkeit bei 1. Von wenigen Ausnahmen abgesehen trägt die Schwankung den Faktor 10.
Die Häufigkeitsverteilung der Qn - Werte in den verschiedenen Schichten ergibt zu 80 % ähnliche bis gleiche Bilder (Abb. 4). Das Maximum liegt zwischen 1 und 2,5. Zwei kleinere Maxima, deren Lage nicht immer konstant ist, liegen zwischen 0,25 und 0,75 resp. zwischen 7,5 und 25. Zwischen diesen Maxima zeigen sich in allen Kurven Minima, bevorzugt in der Größenordnung 0,75 bis 1,0 und 5 bis 7,5.
Eine Ausnahme stellt die Verteilungskurve der Qn - Werte für das Staufer Konglomerat dar. In dieser Kurve fehlt einmal das Maximum im Bereich niedriger Qn - Werte. Zum anderen scheint die Kurve um die Größenordnung 2,5 in Richtung auf die größeren Qn - Werte verschoben).

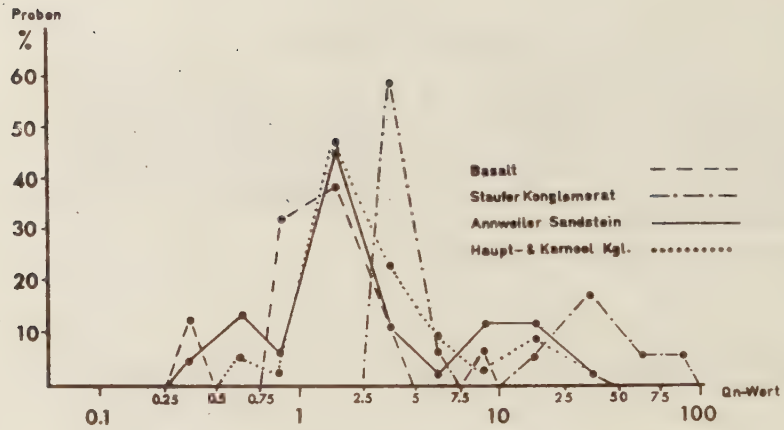


Abb. 4 Häufigkeitsverteilung der Qn - Werte

Theoretisch wäre zu erwarten, daß die Qn - Werte neben den Winkelwerten eine zusätzliche magnetische Angabe für die stratigraphische Korrelation liefern.

Die Profildarstellungen zeigen, daß sich die Qn- Werte teilweise schnell ändern, sodaß sie in vielen Fällen für stratigraphische Zwecke nicht brauchbar sind. Im Kleinprofil mit enger Probeentnahme (Abb. 17) können Qn - Werte jedoch zu stratigraphischen Zwecken verwendet werden.
Für die Fälle, daß von der stratigraphischen Abfolge her eine Sedimentationsunterbrechung erfordert wird, die sich aber aus den Winkelwerten nicht erkennen läßt, kann ein Sprung bei den Qn - Werten den zeitlichen Unterschied andeuten (Abb. 7). Ähnlich der heutigen und historischen Abschwächung des Erd-Magnetfeldes scheinen im Rotliegenden und Buntsandstein Variationen in der Feldstärke vorzuliegen. Diese Variationen haben offensichtlich immer die gleiche Breite und verlaufen so, daß bei allen Schichten und Ge-

steinsprofilen ein gleiches Verteilungsbild entsteht.
Die den Qn - Werten 0,75 bis 1 und 5 bis 7,5 entsprechenden Feldstärken werden dabei schnell durchlaufen, sodaß sie nur selten angetroffen werden.

Die fossilen Magnetisierungsrichtungen

Magnetisierungsdiagramm

Die in die Polarkoordinaten eingetragenen Magnetisierungsrichtungen enthalten in einem Punkt den Deklinationswinkel und den Inklinationswinkel.
Die Deklination zählt rechtsdrehend im Kreisbogen.
Die Inklination zählt in gleichen Abständen vom Kreiszentrum (90^{o}) zum Rand (0^{o}).
Die Inklination wird als positiv oder normal angesehen, wenn sie entsprechend dem heutigen Erdmagnetfeld auf der Nordhalbkugel nach unten gerichtet ist. Hebt sich der Inklinationswinkel über die Horizontale nach oben, so zählt die Inklination negativ. Die negativen Inklinationswerte sind in den Darstellungen besonders gekennzeichnet (Hohlform des benutzten Zeichens). Die Polarprojektion zeigt für den entsprechenden Schichtabschnitt eine mehr oder minder enge Scharung der einzelnen Magnetisierungsrichtungen und läßt somit den statistischen Mittelpunkt erkennen. Sie verdeutlicht den magnetischen Inhalt einer stratigraphischen Einheit in seiner Streuung und gibt somit ein stratigraphisches Charakteristikum an. Unter dem Effekt der Streuung werden aber hier zusätzlich systematische Charakteristika bestimmter Schichtabschnitte zu gelten haben. (Abb. 5). Solche systematischen Änderungen zeigen die Profildarstellungen.

Säulendarstellung der Winkelwerte

In die Säulendarstellung werden die gleichen Meßwerte eingetragen wie in die Polarprojektion. Sie ist somit eine Paralleldarstellung und zeigt die gleiche Streubreite wie die Polarprojektion. Alle Ergebnisse der Säulendarstellung lassen sich

Abb. 5 Magnetisierungsdiagramm des Annweiler Sandsteins

aus der Polarprojektion herauslesen, jedoch ist in dieser das statistische Verhalten z. T. übersichtlicher aufgezeichnet. Der Vorteil der Säulendarstellung liegt darin, daß hier die Inklinationswinkel und die Deklinationswinkel getrennt voneinander betrachtet werden.

Auf Abb. 6 sind die Winkelwerte von 4 verschiedenen Gesteinsverbänden aufgezeichnet.

Im Falle a (Oberrotliegendes) ist gezeigt, daß die Deklination mit weniger als 60° eine geringere Streuung aufweist als die Inklination mit einer Streubreite bis zu 90°. Es handelt sich hierbei um einen mächtigen Komplex unterschiedlicher Sand- und Tongesteine mit eingeschaltetem Basaltlager. Eine Trennung in die einzelnen Schichtabschnitte verdeutlicht dieses Charakteristikum des reversen Perms.

	Dekl.	Str.	Inkl.	Str.
Basalt (Schneckenhausen)	213 bis 217	(4)	+3 bis -25	(28)
Winnweiler Sch. südl. Donnersberg	188 bis 201	(13)	+16 bis -19	(35)
obere Rötelschiefer Ramsen	199 bis 236	(37)	+55 bis - 9	(64)
Quarzitkgl.südl.Donnersberg	197 bis 227	(30)	+32 bis -23	(55)
+Basalt (Waldhambach)	179 bis 203	(24)	+38 bis -23	(61)

+(nach Auslassung der Extremwerte)

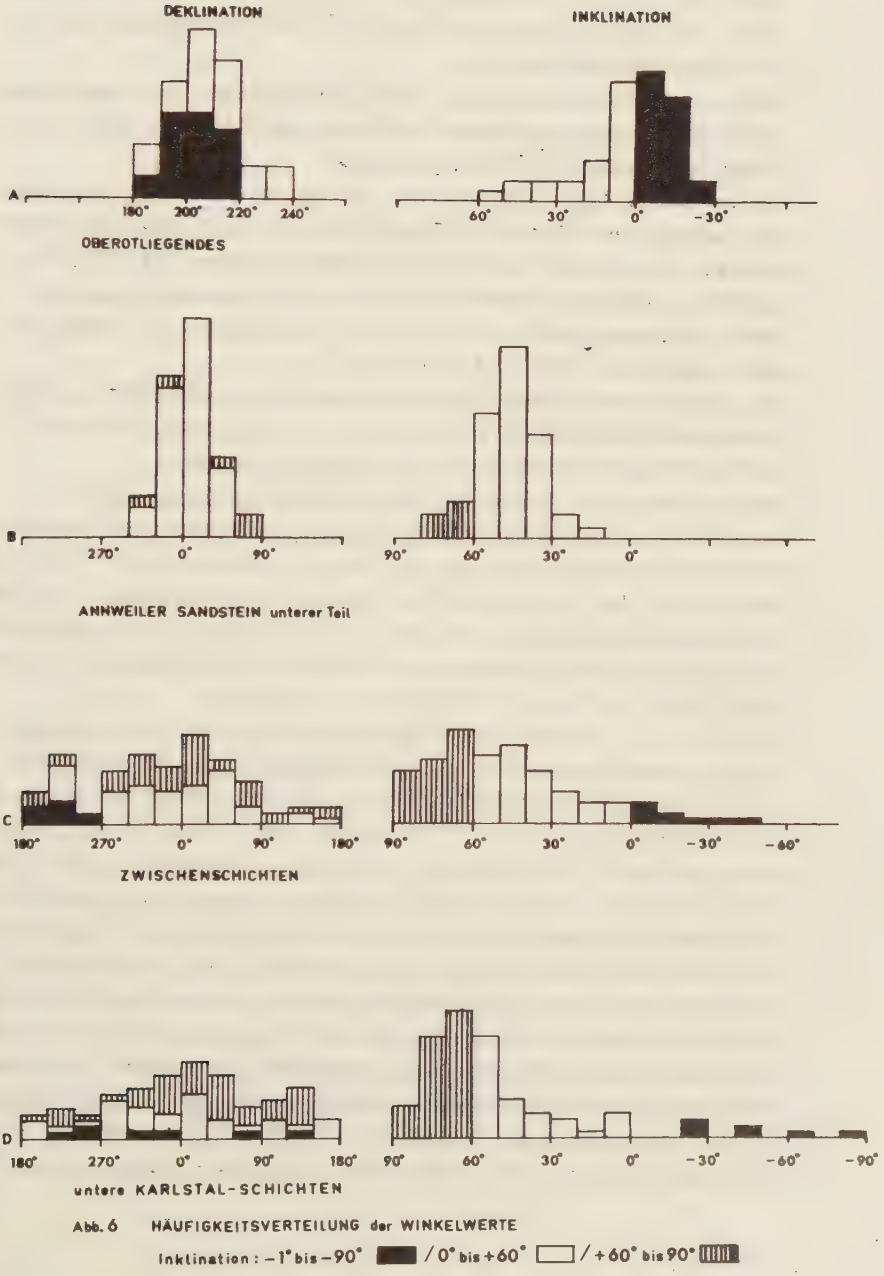


Abb. 6 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG der WINKELWERTE

Inklination: –1° bis –90° / 0° bis +60° / +60° bis 90°

Auf Abb. 6b ist der untere Teil des Annweiler Sandsteines dargestellt. Die Streuung der Deklination reicht hier über 130°, die der Inklination über 65°. Ähnlich verhalten sich alle Buntsandsteinproben.
Beide Darstellungen zeigen deutliche Maxima. Sie entstammen somit gleichausgerichteten Gesteinen und lassen den statistischen Mittelwert leicht erkennen.
Im Gegensatz hierzu zeigt Abb. 6c am Beispiel der Zwischenschichten einen Gesteinsverband, der in sich den mehrfachen Wechsel von normal und revers ausgerichteten Schichtteilen enthält. Deklinationswerte wie Inklinationswerte streuen weit. Schwache Maxima liegen bei Inklination 60° sowie bei Deklination 0 - 30° und 180 - 240°.
Das breite Spektrum enthält als Extrem die nach NNE gerichteten normalen Werte, weiter nach SW gerichtete reverse Werte und eine große Zahl von Übergangsverten.
Abb. 6d zeigt am Beispiel der unteren Karlstalschichten eine noch ausgeglichenere Streuung als die Zwischenschichten. Ein schwaches Maximum der Deklination zwischen 330° und 60° entspricht nur teilweise dem deutlichen Maximum der Inklination. Auffallend ist, daß im Falle negativer Inklination die dazugehörigen Deklinationswerte über den ganzen Kreis streuen, also keine deutlich reverse Lage einnehmen.
Als wichtige Erkenntnis dieser Darstellungen muß herausgestellt werden, daß die Inklinationswerte und die Deklinationswerte sich in ihrer Streuung unterschiedlich verhalten. Es ist offensichtlich, daß sich die eine Größe stark ändern kann, während der dazugehörige zweite Winkelwert mehr oder weniger stabil bleibt. Damit entbehrt dieses Zahlenmaterial auf Grund der mangelnden Gleichwertigkeit einer Voraussetzung, die für bestimmte statistische Berechnungen Vorbedingung ist. So sind vor allem Mittelwertsbildungen über große stratigraphische Einheiten sowie die dazugehörigen Vertrauenskreise in Frage zu stellen. Ein so gebildeter Mittelwert darf nur als statistischer Wert behandelt werden und nicht, wie allgemein üblich, Gegenvert zu der damit gleichzeitig gefundenen Paläo-Pollage sein, die dazu noch über lange Zeit konstant sein soll.

Das gesteinsmagnetische Verhalten in der Zeit

Die allgemeingültige Interpretation

Die allgemeingültige Interpretation der paläomagnetischen Ergebnisse basiert auf der Annahme, daß das erdmagnetische Feld in den vergangenen Erdperioden einem axialen Dipolfeld entsprach, welches im Gegensatz zum heutigen Feld keine Säkularvariationen aufwies (NAIRN 1960).
Aufbauend auf dieser Annahme folgt aus den getroffenen Beobachtungen die Vorstellung der Krustenverschiebung (Kontinentaldrift).
Der im Gesteinsverband auftretende Wechsel von normaler und reverser Magnetisierung wird durch zwei Theorien erklärt:

1. Selbstumkehr im Gestein (Kristall)
   Dieser Vorgang läßt sich mit Sicherheit nicht auf alle vorgefundenen Reversionen übertragen. Besonders gilt die Selbstumkehr nicht für Sedimentgesteine (WILSON).
2. Umkehr des erdmagnetischen Feldes (Umpolung)
   Dieser Theorie entsprechend sind einige Reversionen weltweit anzutreffen.

Einen wichtigen Nachweis für die Umpolung des Erdfeldes erbrachten die Ausmessungen von Tiefseekernen (OPDYKE u.a.; HARRISON u.a.).
Die hier beobachteten Wechsel von normal zu revers (und umgekehrt) treten plötzlich ein. Die Umpolung macht sich durch sprunghafte Änderung der Deklination von normal N (0^{o}) zu revers S (180^{o}) sowie der Inklination von normal +(n^{o}) zu revers - (n^{o}) bemerkbar. Proben, die in der Nähe der Umkehrung liegen, zeigen kleine Qn - Werte.
Von stratigraphischem Interesse ist besonders die Aufteilung der Erdgeschichte in Zeiten normaler Feldausrichtung und solche mit reverser Feldausrichtung. Daneben ist der Gang der "Kontinentaldrift" von Interesse, da ja die statistischen Mittelwerte der Pollagen über große Zeitabschnitte hinweg eine kontinuierliche Verlagerung des Dipolfeldes anzeigen. Diese Verlagerung ist jedoch so langsam, daß sie nach theoretischen Erwägungen in einem Profil von 50 m Gestein nicht

bemerkt werden kann. Diesen Erwägungen widersprechen Beobachtungen von DE BOER, der im Grenzbereich Trias-Jura der Appalachen an Hand vulkanischer Gesteine eine sehr rasche Polverlagerung beschreibt.

Profildarstellungen

Die Profildarstellungen zeigen entsprechend dem gewählten Abstand bei der Probeentnahme das Verhalten der gesteinsmagnetischen Eigenschaften in Einzelpunkten an.
Inklination, Deklination und Qn - Wert sind in den Profilen jeweils gesondert dargestellt. Bei I und D bedeutet ein Punkt den Wert eines Meßwürfels (specimen), ein ¦ zeigt den errechneten Mittelwert für die Gesteinsprobe an. Die gezogene Linie verbindet die Mittelwerte der aufeinander-folgenden Gesteinsproben. Im Falle starker Streuung der Einzelwerte wurde bei den Inklinationskurven das arithmetische Mittel in Verbindung gebracht, da der schwerpunktmäßig errechnete Mittelwert dann zu steile Inklinationen angibt.
Bei der Profildarstellung stehen die Daten einer Gesteinsprobe (sample) für sich und sind von dem statistischen Verhalten aller Meßwerte im Schichtkomplex in ihrem Aussagewert weitgehend unabhängig. Die in der Polarprojektion abgesondert und außerhalb der statistischen Wahrscheinlichkeit gelegenen Punkte können in der Profildarstellung Bedeutung erhalten. Dies gilt besonders dann, wenn die benachbarten Proben Übergänge zwischen normaler Ausrichtung und Extremwerten einnehmen. Die Verbindungslinie zeigt nicht den wahren Gang der kontinuierlichen Veränderung der gesteinsmagnetischen Ausrichtung an, sondern verbindet z.T. fehlerhafte Einzelpunkte, die an willkürlichen Stellen dem idealen Linienbild entnommen sind. Für stratigraphische Zwecke genügt es, wenn aus dem Linienbild Ausmaß und Häufigkeit der Veränderung erkannt werden können.

Das Auffinden geeigneter Linienbilder ist von folgenden Punkten abhängig:

1. Zeitliche Dauer der Veränderung der gesteinsmagnetischen Ausrichtung
2. Sedimentationsgeschwindigkeit
3. Sedimentationsunterbrechungen
4. Abstand der Probeentnahme

Beobachtungen an Profildarstellungen

Die untersuchten Gesteine haben oberpermisches und untertriadisches Alter. Entsprechend der aufgestellten Chronologie (IRVING, PARRY) verteilen sie sich auf folgende geomagnetische Zeitabschnitte:

Kiaman	(revers)
oberes Tatarien	(normal bis gemischt)
untere Trias	(normal bis gemischt)

Reverses Oberrotliegendes (Kiaman)

Im reversen Oberrotliegenden streuen sowohl innerhalb der Einzelproben (sample) wie auch im Profil die Deklinationswerte geringer als die Inklinationswerte.

Abb. 7 zeigt am Beispiel des Quarzitkonglomerates einen ruhigen, leicht gebogenen Linienverlauf bei der Deklination. Der Verlauf der Inklinationskurve ist stark gezackt und unstetig. Zwischen den Proben ist kein kontinuierlicher Zusammenhang zu vermuten. Die Inklination wechselt so schnell, daß bei dem gewählten Abstand von 1 bis 1,5 m ihr Gang nicht erfaßt werden kann.

Abb. 8 zeigt am Beispiel des Basaltes von Waldhambach innerhalb von zwei Ergüssen eine geradlinige Änderung der Inklination zur negativen Ausrichtung bei konstanter südlicher Deklination. Auffallend sind stark abweichende Werte, (320, 322, 331) die dem Bereich der Mandelbildung entstammen. Es ist zu vermuten, daß in diesem Falle andere Ursachen zur Klärung heranzuziehen sind als bei den Sedimentgesteinen.

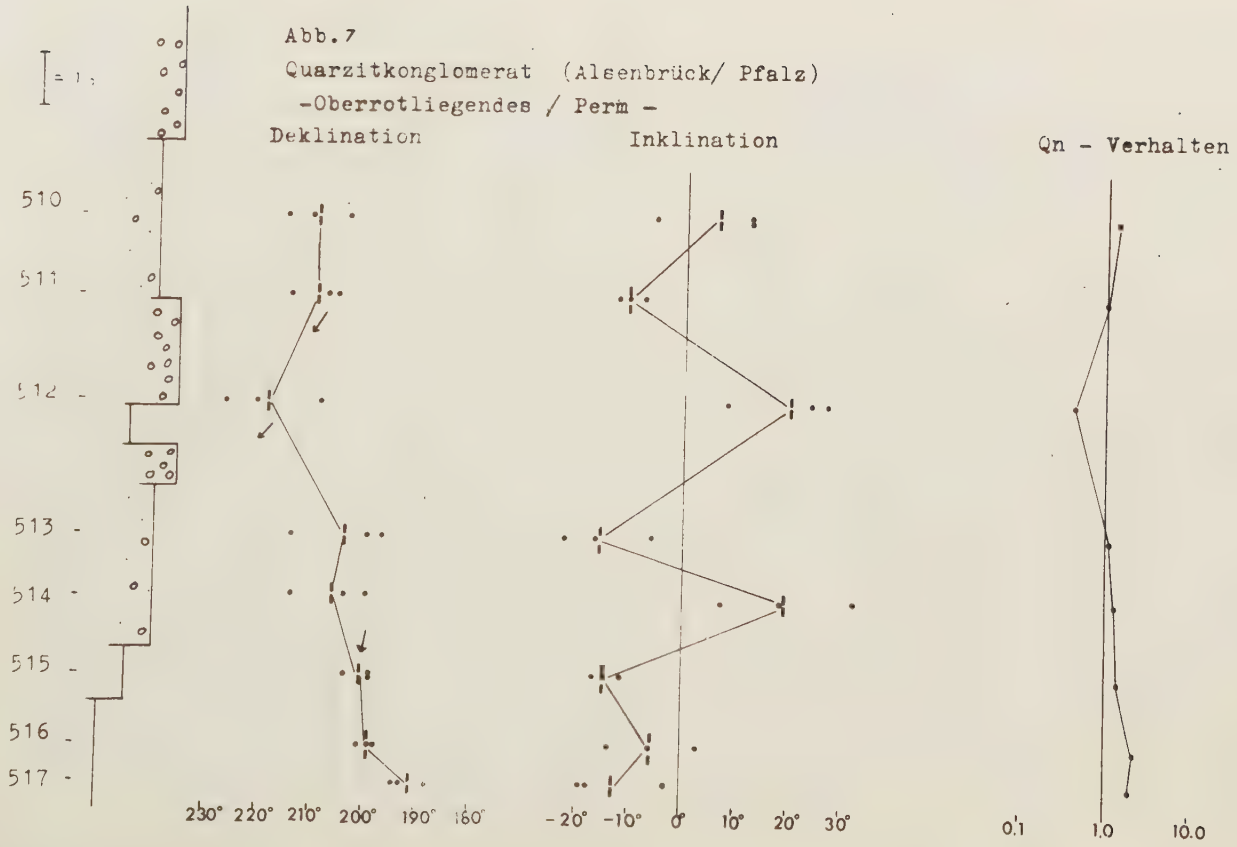


Abb.7
Quarzitkonglomerat (Alsenbrück/ Pfalz)
-Oberrotliegendes / Perm -

Deklination

Inklination

Qn - Verhalten

Doch ist auch hier die Variation der Inklinationswerte sehr groß gegenüber den Deklinationswerten.
Beide Profile zeigen einen von den übrigen Profilen aus normalem Perm und Trias stark abweichenden Verlauf, sodaß sowohl die Suche nach Art und Größe von Magnetisierungsänderungen, wie auch die Suche nach der Ursache dieser Magnetisierungsänderungen für beide Zeiten getrennt zu erfolgen hat.

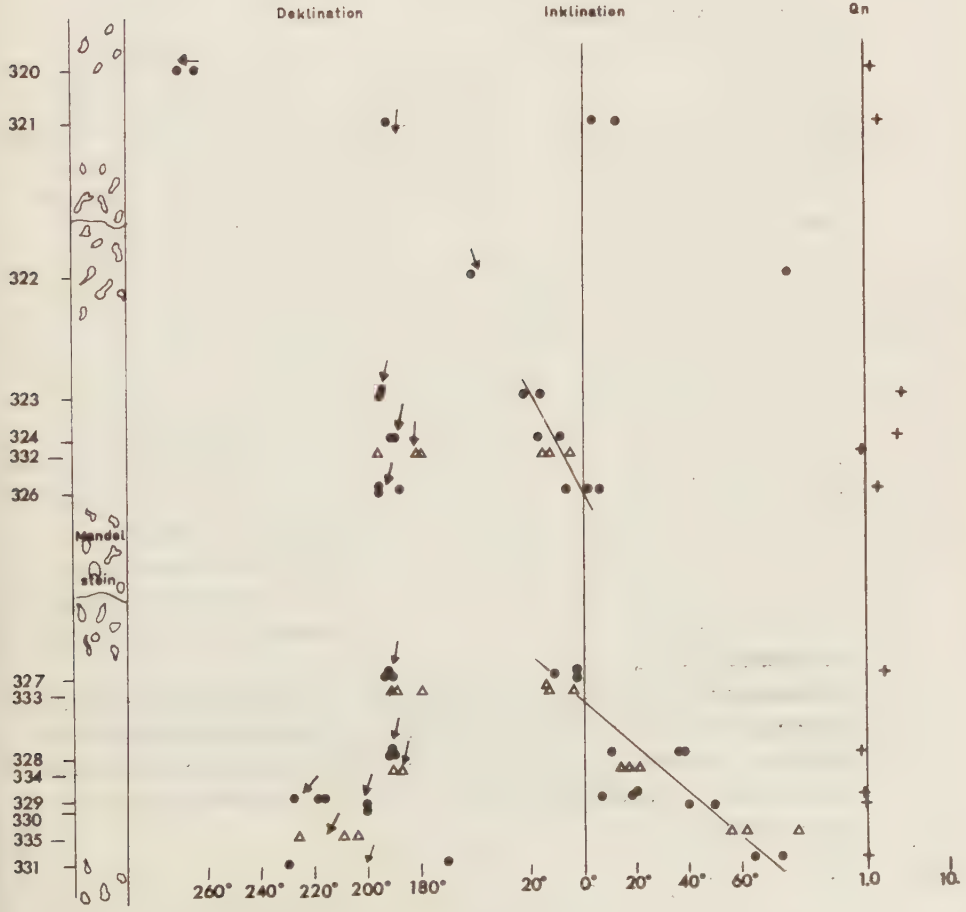


Abb. 8 BASALTISCHE ERGÜSSE Waldhambach / Pfalz
● △ Proben aus zwei benachbarten Steinbrüchen

Normal ausgerichtetes Oberperm und Buntsandstein

Oberer Sandstein, Zechstein, Annweiler Sandstein und Staufer Konglomerat bei Stauf zeigen eine überwiegend normale Ausrichtung. Der Buntsandstein enthält demgegenüber mehrere geringmächtige Reversionen. Eine Grenzziehung an Hand gesteinsmagnetischer Messungen ist nicht möglich. Unabhängig von der Stratigraphie lassen sich mit Hilfe der Ausrichtung Gruppierungen aufstellen.

Gesteine mit:

normal ausgerichtetem Magnetfeld I D

revers ausgerichtetem Magnetfeld I D

einem Übergang zwischen normaler und reverser Ausrichtung I D

Die meisten Proben entstammen Gesteinspartien mit normaler Ausrichtung. In diesen Gesteinspartien streuen sowohl innerhalb der Einzelproben wie auch im Profil die Deklinationswerte stärker als die Inklinationswerte. Die Streuung der Deklination kann innerhalb der Probe gering bis groß (bis 100°) sein. Eine geringe Streuung zeigen besonders die Proben aus grobkörnigen Sandsteinen, die eine rasche Sedimentation erkennen lassen (Staufer Konglomerat, untere Trifelsschichten, Karlstalfelszone, Hauptkonglomerat und Karneolkonglomerat).
Eine weitere Streuung in der Deklination zeigen besonders die fein- bis mittelkörnigen Dünensande der unteren Karlstalschichten, für die eine langandauernde Sedimentation mit häufiger Unterbrechung im mm - Bereich anzunehmen ist. Zwischenwerte nehmen die fein - bis mittelkörnigen, fluviatil - sedimentierten Sandsteine ein (Annweiler Sandstein, obere Trifelsschichten, Voltziensandstein). Bei diesen Sandsteinen macht sich eine Streuung der Deklination stärker bemerkbar, wenn die einzelnen Meßwürfel in vertikaler Anordnung der Gesteinsprobe entnommen wurden.

Demgegenüber zeigen im Bereich normal ausgerichteter Magnetisierung die Inklinationswerte innerhalb der Gesteinsprobe nur geringe Streuungen. Abhängigkeiten von der Petrographie sind, wenn auch in schwächerem Ausmaß, wie bei den Deklinationswerten gegeben.

Im Profil verhalten sich Deklination und Inklination ungleich. Beide Wertegruppen geben geschwungene bis gezackte Kurvenbilder. Dabei überstreicht die Deklination große Winkelbereiche bis zu 100° im normal ausgerichteten Magnetisierungsbereich und bis zu 360° im Übergangsbereich.

Auf Grund der starken Streuung in der Einzelprobe und einem sehr unsteten Wechsel von Probe zu Probe im Profil ist es in den Gesteinen zwischen oberen Trifelsschichten und Muschelkalk nicht möglich, einen kontinuierlichen Deklinationsgang über größere Strecken herauszufinden. Die Deklination wechselt derart schnell, daß sie bei dem hier benutzten Probenabstand von durchschnittlich 1 bis 2 Metern in ihrem Gang+ nicht erfaßt werden kann. Der Gang der Deklination ist hier im cm-bis dm-Bereich zu suchen und bewirkt die starke Streuung in der Einzelprobe.

In den unteren Trifelsschichten und in den tieferen normal ausgerichteten Gesteinen läßt sich ein Deklinationsgang auch bei größeren Probenabständen (2 bis 5 m) teilweise erfassen (Abb. 30, 31). Der Deklinationsgang ist hier im dm-bis m - Bereich zu suchen.

Die Inklination zeigt gleich der Deklination eine kontinuierliche Variation im Profil. Dieser entspricht ein teils kontinuierlich geschwungener, teils gezackter Verlauf, welcher deutlich die eingeschalteten reversen Lagen mit den normal ausgerichteten Gesteinsverbanden verbindet. Diese Veränderung ist langsamer als die der Deklination.

In den unteren Trifelsschichten sowie in den tieferen Gesteinen läßt sich der Inklinationsgang im gewählten Abstand von 2 bis 5 m gut erfassen. Der Gang der Inklination liegt also im Bereich von 1 bis 10 m.

+Unter Gang wird verstanden, in welchem Abstand der Probeentnahme sich auf Grund kontinuierlicher Veränderung des Meßwertes deutlich Unterschiede und Richtungssinn der Änderung ergeben.

In den oberen Trifelsschichten und im höheren Buntsandstein macht sich der Gang der Inklination im dm-bis m-Bereich bemerkbar. Der gewählte Abstand von 1 bis 2 m ist etwas zu groß, läßt aber den Gang noch deutlich erkennen.
In Anlehnung an Abb. 36 (untere Karlstalschichten) läßt sich unter vergleichender Betrachtung aller aufgeführten Inklinationsprofile folgendes Schema für den kontinuierlichen Inklinationsverlauf konstruieren.

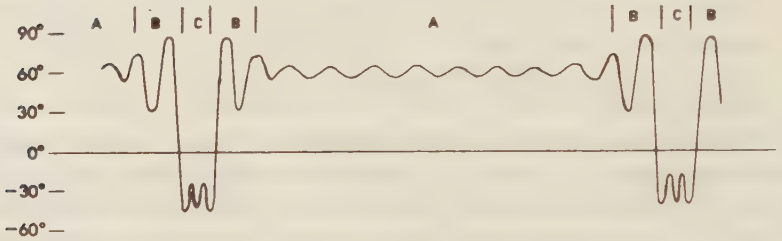


Abb. 9 Schema des Inklinationsverlaufes

Der Inklinationsverlauf zeigt drei unterschiedlich ausgerichtete Bereiche.
Der "normale Bereich" (A) ist nach Nord ausgerichtet. Die Inklinationswerte schwanken mit 10 bis 15° um den Mittelwert. Die Deklinationswerte zeigen keine großen Streuungen in den Einzelproben und schwanken im Profil mit 40 bis 60° um die N-Richtung. Der "normale Bereich" geht allmählich in den 'Übergangsbereich" (B) über. Hier schwankt sowohl die Inklination wie die Deklination beträchtlich. Die Deklination überstreicht den ganzen Kreisbogen. Die Inklination reicht von den steilsten Winkelwerten (80 bis 90°), die vielfach auf diesen Übergangsbereich beschränkt sind, bis zu negativen Gradzahlen.
Der "reverse Bereich" (C) ist einheitlich nach Süd ausgerichtet. Die Inklinationswinkel sind negativ.

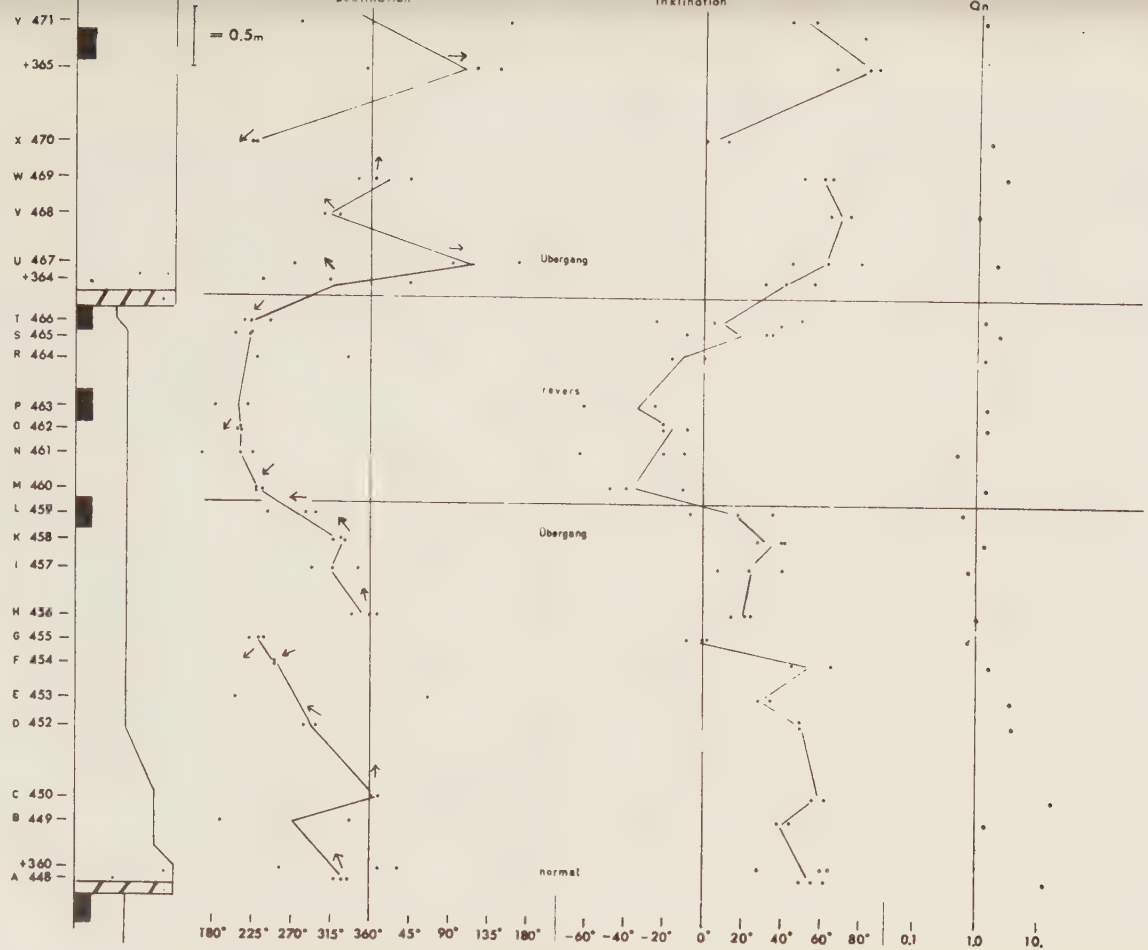


ABB. 10 REVERSIONSVERLAUF aus den ZWISCHENSCHICHTEN
Profil Bubenhausen/Abb. 39

Auf Grund der nur selten angetroffenen typisch reversen Ausrichtung ist zu vermuten, daß die "Inklinationszacken" nicht immer bis in den reversen Bereich hineinreichen, sondern im Übergangsbereich enden. Nach Metern abgezählt dauert innerhalb der unteren Karlstalschichten der normale Bereich drei bis fünf mal solange an, wie Übergangsbereich und reverser Bereich zusammen. Im gleichen Profil stellt sich alle 13 bis 19 m eine Inklinationszacke ein. Daraus läßt sich ein Zeitabstand (Größenordnung von 0,1 bis 1 Mill. Jahre) abschätzen.
Abb. 10 zeigt das Beispiel einer Reversion aus den Zwischenschichten (vergl. Abb. 39).
Die in das Profil eingetragenen Werte entfallen überwiegend auf Übergangsbereich und reversen Bereich. Der normale Bereich ist in den Punkten 448 - 450 sowie in 468, 469 und 471 zu suchen. Die Deklinationswinkel des normalen Bereichs schwanken um 60^{o}. Die Deklination verläuft, besonders im reversen Bereich, kontinuierlich zur Inklination. Auffallend ist, daß im reversen Bereich die Deklinationswerte geringer streuen als die Inklinationswerte! (vergl. reverses Perm / S. 18)

Die Inklinationswinkel schwanken im reversen Bereich zwischen -10^{o} und -60^{o} und im Mittel bei -30^{o}.
Beide Übergangsbereiche sind deutlich vertreten mit starken Streuungen beider Winkelwerte. Im unteren wie im oberen Teil des Profils sind weitere Übergangsbereiche angezeigt, die aber nicht im direkten Zusammenhang mit der zentralen Reversion stehen. Abb. 11 zeigt die Punktverbindung für dieses Profil auf der Polarprojektion. Dabei lassen sich die benachbarten Punkte mit zwei Ausnahmen recht gut in Einklang bringen. Die beiden Ausnahmen sind als Sedimentationsunterbrechung aufzufassen, mit denen jeweils die Verbindungslinie abreißt. Bemerkenswert ist, daß in beiden Fällen von der Stratigraphie her kein Hiatus zu vermuten ist, zum anderen sind die stratigraphischen Sedimentationsunterbrechungen an den violetten Horizonten (Bodenbildung) im magnetischen Profil nicht zu beobachten, da sie offensichtlich sehr kurzzeitig sind.(Zur Ausbildung eines vollständigen Bodenprofils wird ein Zeitraum von 100 bis 1000 Jahren benötigt.)

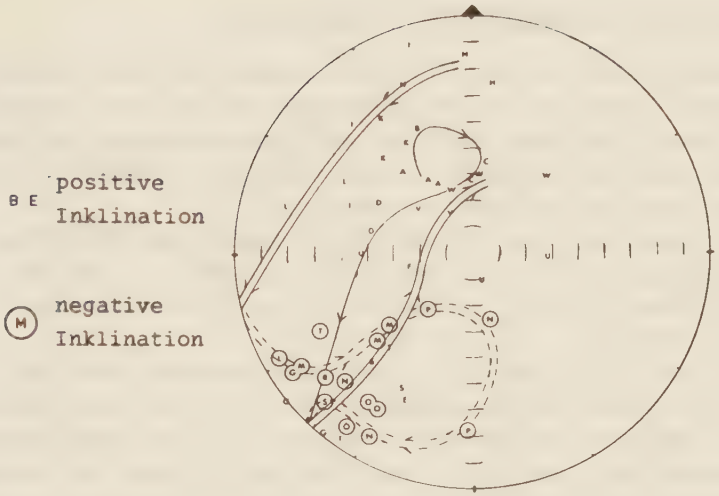


Abb. 11 Die Änderung der Magnetisierungsrichtung im Reversionsverlauf

Der hier aufgezeigte Reversionsverlauf unterscheidet sich in mehreren Punkten von den Beobachtungen von OPDYKE und HARRISON:

1. Die reversen Lagen sind durch Übergänge mit dem Normalfeld verbunden.
2. Die Inklinationswerte erreichen im negativen Gradbereich nicht die gleichen Gradzahlen wie sie im positiven Gradbereich dem Normalfeld entsprechen.
3. Der Qn - Faktor zeigt im Bereich der Reversion keine (bedeutende) Veränderung, aus der auf einen Abbau des Erdmagnetfeldes geschlossen werden könnte.

Damit zeigt sich an, daß im vorliegenden Falle andere Ursachen für das Zustandekommen der reversen Magnetisierung zu suchen sind. Zur Unterscheidung der entgegengesetzten Beobachtungen schlage ich die Begriffe vor: "kontinuierliche Reversion" für den hier aufgezeigten Fall und "abrupte Reversion" für den von OPDYKE und HARRISON beschriebenen Verlauf.

Die Stabilität der remanenten Magnetisierung

Zur Feststellung der Stabilität der remanenten Magnetisierung wurden 36 Gesteinsproben im Wechselfeld von 500 Oerstedt abmagnetisiert. Die hierfür verwendeten Gesteinsproben entsprechen den drei unterschiedlichen Bereichen und stammen aus allen hier untersuchten Gesteinsschichten.
Abb. 12 zeigt am Beispiel der schrittweisen Abmagnetisierung von Einzelproben die gleichen Merkmale wie Abb. 13 für das statistische Verhalten der Proben aus den drei unterschiedlichen Bereichen.
Die aus der Profildarstellung ausgesuchten Proben behalten alle die Merkmale der zugeordneten Bereiche. Die Gesteinsproben aus dem normalen Bereich (A) behalten mit geringer Abweichung die generelle Richtung bei. Die Vermutung, daß etwa das heutige Magnetfeld eine Überlagerung verursacht, hat sich nicht bestätigt. Die reversen Proben (C) sind gleichfalls als stabil zu betrachten. Bei einigen Proben hat sich das reverse Verhalten verstärkt.
Die dem Übergangsbereich (B) zugeordneten Gesteinsproben verhalten sich unterschiedlich: teils zeigen sie geringe Änderungen und sind als stabil zu betrachten, teils zeigen große Sprünge instabiles Verhalten an.

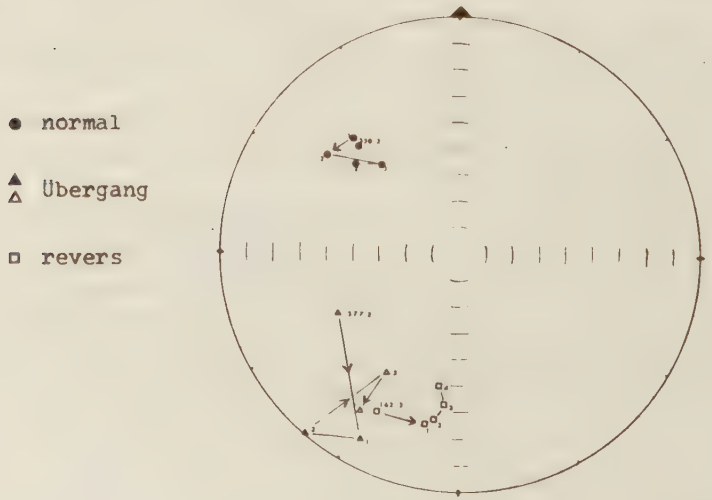


Abb. 12 Resultate der schrittweisen Wechselfeldabmagnetisierung an Gesteinsproben aus den Zwischenschichten.

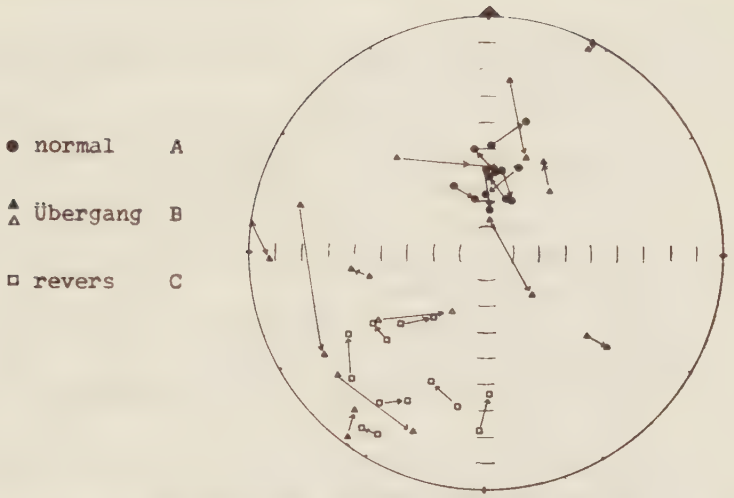


Abb. 13 Resultate der Wechselfeldabmagnetisierung bei 500 Oerstedt

Es wurden weiterhin aus 10 Inklinationszacken Einzelproben abmagnetisiert, In allen Fällen erwiesen sich die niedrigen oder negativen Inklinationswerte als stabil, sodaß auch hierfür Störeffekte auszuschließen sind.
Die hier getroffenen Ergebnisse stimmen mit den Resultaten von BUREK überein. Damit hat - besonders nach Aufstellung der drei Bereiche - die remanente Magnetisierung im Buntsandstein als stabil zu gelten. Die durch die Abmagnetisierung hervorgerufenen Änderungen haben für stratigraphische Fragen keine Bedeutung.

Richtungsstatistik zur Remanenz

Ein Vergleich der in die Polarkoordinaten eingetragenen Magnetisierungsrichtungen zeigt Schwankungen in der Ausrichtung der Normalbereiche der verschiedenen Schichten. Die aus den verschieden gelegenen Scharungen von Einzelwerten zu vermutende Variation läßt sich durch die Bildung von Mittelwerten statistisch erfassen.

Folgende Möglichkeiten zur Bildung von Mittelwerten wurden angewandt:

a) Das Mittel der remanenten Magnetisierungsrichtungen auf der Kugeloberfläche.
   Dazu wird, als Kriterium der Streuung, der Streuwinkel (StW/ANGENHEISTER) und der Radius des Treuekreises (rF/FISHER) angegeben. Beide Werte beziehen sich auf die Magnetisierungsrichtung und lassen keine Rückschlüsse auf einen bevorzugten Winkel (Deklination oder Inklination) in der Streuung zu.
b) Das Mittel der Remanenzbeträge auf der Kugeloberfläche. Die Streuung wurde nicht bestimmt.
c) Die getrennte lineare Mittelung von Deklination und Inklination.
   Für beide Winkelwerte wird die Streuung (Str) angegeben (Mittel der quadrierten Abweichung).
d) Die getrennte lineare Bildung der Medianwerte von Deklination und Inklination.
   Neben der Mediane (Perzentile 50) werden die Quartilwerte (Perzentile 25 = P 25 und Perzentile 75) sowie die Interquartildifferenz (Id) angegeben.

Die Angaben zur Streuung bei c und d lassen eine bevorzugte Streuung bei einem Winkelwert erkennen.

Das zur Mittelwertsbildung eingegebene Material kann sich einmal nur auf die Werte des normalen Bereichs (a) und zum anderen auf alle Werte (aa) beziehen.

Den Unterschied zeigt das Beispiel der unteren Karlstalschich

Anzahl		Deklination				Inklination		StW	rF
a	59	20				80		(25)	(6)
aa	88	26				84		(-)	(-)
b	59	40				81			
bb	88	56				85			
			Str.				Str.		
c	59	34	(77)			66	(11)		
cc	88	20	(92)			48	(35)		
			Id	P25	P75		Id	P25	P75
d	59	26	(112)	341	93	68	(18)	57	74
dd	88	21	(158)	309	107	58	(13)	40	73

Es ergeben sich meist nur geringe Unterschiede in der Lage der Mittelwerte bei unterschiedlicher Streuung. Jedoch bleibt die Mittelwertsbildung über alle Einzelwerte stets vom Zufall des Profilausschnittes abhängig.
Die auf den Normalbereich bezogene Mittelwertsbildung ist hingegen subjektiv beeinflußt.
Das Beispiel der unteren Karlstalschichten zeigt, auf welche Art sich Streuwerte in der Mittelwertsbildung bemerkbar machen. Es ist zugleich die Schicht, die den größten Unterschied zwischen den in die Mittelungen eingegebenen Zahlenmaterialen zeigt. Tabelle 2 enthält für alle Schichten resp. Schichtteile die errechneten Mittelwerte. Diese beziehen sich nur auf den Normalbereich. Dabei entsprechen die Buchstaben den oben aufgeführten Arten der Mittelwertsbildung sowie den zugehörigen Angaben zur Streuung. Die Zahl hinter der Gesteinsbezeichnung entspricht der Anzahl der eingegebenen Meßwerte.
Es zeigen die Deklinationswerte von a, c und d eine gute Übereinstimmung.
Hingegen sind im Falle a und (?b) die Inklinationswerte gegenüber c und d, wie auch entgegen der Scharung der Einzelwerte zu steil. Die unter a errechneten Inklinationswerte liegen meist in der Höhe der Perzentile 75! Für den stratigraphischen Vergleich ist, neben dem Magnetisierungsdiagramm, die Angabe der Perzentilwerte wichtig.
Abb. 14 zeigt die Variation des mittleren Normalfeldes vom Oberrotliegenden bis zum Oberen Buntsandstein.
Dabei entsprechen die Punkte • den Median- und ·· Quartilwerten und die ¦ der gemittelten Magnetisierungsrichtung auf der Kugeloberfläche mit dem zugehörigen Treuekreis — —.
Die Variation des Normalfeldes zeigt in der Inklinationskurve, mit Ausnahme eines Sprunges zwischen Trifelsvorschüttung und Trifelsschichten einen kontinuierlichen und weitgeschwungenen Verlauf. Hierbei schwankt der gemittelte Inklinationswert in der Größenordnung von Jahrmillionen um 40°. +

+ Im Rotliegenden des Beckens von Lodève findet KRUSEMANN eine ähnlich weitgespannte Variation zwischen Autunien mit überwiegend negativen Inklinationswerten und Saxonien mit überwiegend positiven Inklinationswerten. Einem solchen Gang zu immer höheren positiven Gradzahlen der Inklination im stratigraphisch steigenden Profil kann auch aus meinen Beobachtungen (Saxonien) zugestimmt werden!

Abb 14. VARIATION des mittleren NORMALFELDES vom OBERROTLIEGENDEN bis zum OBEREN BUNTSANDSTEIN / Erläuterung im Text

Die Deklination zeigt einen von der Inklination unabhängigen Verlauf. Die meisten Werte liegen zwischen 0 und 20°. Bemerkenswert sind relativ kurzzeitige Ausschläge nach W und E. Die Dauer eines solchen Ausschlages liegt in der Größenordnung von 100 000 Jahren.
Die hier gefundenen Variationen sind für die Stratigraphie von Nutzen.
Die Betrachtung der Einzelprofile - aufbauend auf den im Gelände gezogenen Proben - und die Betrachtung des zusammengestellten stratigraphischen Profils - aufbauend auf den statistisch errechneten Mittelwerten des Normalfeldes - ergeben das Vorhandensein von Veränderungen in der Magnetisierungsrichtung von verschiedenen Größenordnungen.
Dabei läßt sich die Dauer eines Variationsablaufes bei der Inklination nach Metern und daraus abgeleitet die Zeitdauer grob abschätzen. Die Deklination zeigt einen von der Inklination nur teilweise abhängigen Verlauf (Reversion!).
Die Veränderungen in der Deklination bestehen überwiegend aus Ausschlägen, die zeitlich kürzer sind als die im gleichen Zeitraum vorliegenden Veränderungen in der Inklination.

Es lassen sich also Veränderungen der Magnetisierungsrichtung in mindestens 4 verschiedenen Größenordnungen nachweisen.+

Magnetisierungsänderung

1. Grades Deklination (kürzer als 2. Grad)
2. Grades Inklination ca. 0,5 Mill. J.
3. Grades Deklination (kürzer als 4. Grades)
4. Grades Inklination ca. 3 - 5 Mill. J.)

Pollagen

Die richtungsstatistischen Angaben liefern die Grundlagen für die Polbestimmung. Damit ist die Pollage ein statistischer Wert, der mit den Einzelproben nicht übereinzustimmen braucht. Im vorliegenden Falle wurden die "Mittel der remanenten Mag-

---

+Die geschätzten Angaben zur Zeit beruhen auf der Annahme, daß die Buntsandsteinzeit etwa 15 Millionen Jahre andauert.

netisierungsrichtung auf der Kugeloberfläche" zur Polberechnung benutzt. Diese Mittelwerte beziehen sich - mit Ausnahme des reversen Perms - auf die normal ausgerichteten Gesteinsproben.
Entsprechend den auf S. 35 getroffenen Beobachtungen enthalten diese Werte zu steile Inklinationswinkel und ergeben somit zu steile Pollagen. Eine andere statistische Mittelwertsberechnung wird also zu abweichenden Pollagen führen.

Die für das reverse Perm aufgefundene Pollage stimmt mit den in der Literatur bekannten Werten überein (Abb. 15). Hingegen ergeben sich für das Tatar und die verschiedenen Buntsandsteinschichten stark abweichende Pollagen, die mit dem heutigen Magnetpol zu vergleichen sind. Da die von NAIRN, BUREK, KRUSEMANN aufgeführten Magnetisierungsdiagramme gut mit den hier aufgeführten übereinstimmen, scheint die Ursache dieser unterschiedlichen Pollagenberechnung in den statistischen Verfahren zu liegen. Wie oben erwähnt, sind die von mir aufgeführten Pollage

Abb.15 DIE POLLAGEN FÜR OBERROTLIEGENDES UND BUNTSANDSTEIN

1 reverses Perm; 2 Tatar; 3 Kgl. Dudweiler & Sd.v. Bildstock; 4 Trifels- & Rehberg-Schichten; 5 Karlstal-Schichten; 6 ob. Buntsandstein; 7 Gegenpol rev. Perm (1); 8 Hauptbuntsandstein;
Streubereich der europäischen Pollagen für Perm – – – und Trias • • • (NAIRN)
H· ·M ·W Änderung der Pollagen im Reversionsprofil (Abb. 10 und 11).

zu steil. Die von NAIRN aufgeführten Pollagen erscheinen mir zu flach. Mit Ausnahme der Karlstal-Schichten und des Oberen Buntsandsteins zeigen die übrigen Pollagen mit den Angaben von NAIRN übereinstimmende Meridianlagen. Die hier aufgezeigten Pollagen müssen also nicht den Vorstellungen einer Kontinentaldrift widersprechen.
Doch sind - bedingt durch anders verursachte Magnetisierungsänderungen - die statistischen Pollagenberechnungen mit großen Fehlern behaftet.
Auf Abb. 15 ist weiterhin die "Polwanderungskurve" für den auf Abb. 10 und 11 (S. 29, 31) dargestellten Reversionsverlauf angegeben. Dabei entsprechen die Punkte M und O dem von NAIRN geforderten Bereich für triadische Pollagen. Auffallend und wohl auch für andere beobachtete Reversionen zutreffend ist eine West-Ost-Drift des Poles.

Fehlerbetrachtung

Bei den verschiedenen Arbeitsgängen, die zum Ergebnis der magnetischen Ausrichtung einer Gesteinsprobe notwendig sind, gehen Fehler in den Meßwert ein.
Von diesen Fehlern lassen sich die systematischen nicht umgehen. Sie gehen bei der Probeentnahme, beim Zuschneiden der Meßwürfel und beim Meßvorgang selbst ein. Besonders groß ist die Fehlermöglichkeit beim Zuschneiden der Probe. Diese Abweichungen können gering gehalten werden, indem der horizontale Gipsanstrich möglichst groß und die vermerkte Nordrichtung möglichst lang ausgezogen sind.
Auf Grund der systematischen Fehler läßt sich der Fehler für die Magnetisierungsrichtung der Einzelprobe auf $\pm 5^{\circ}$ abschätzen.
Wichtiger aber ist eine Betrachtung der "groben Fehler". Diese Fehler beziehen sich auf das Ergebnis von Einzelproben und auf das Ergebnis eines stratigraphischen Verbandes. Bei der Probeentnahme ist die Gefahr eines groben Fehlers besonders groß und erfordert ein genaues Erkennen der geologischen Situation.
Fehlermöglichkeiten ergeben sich durch:

1. tektonische Verstellungen
2. Verstellungen durch Hangrutsch
3. stratigraphische Lage zu den Nachbarproben
4. stratigraphische Zugehörigkeit (Schicht, Stufe)

Die Möglichkeit der lokal veränderten Magnetisierungsrichtung läßt sich gleichfalls im Gelände vermuten und muß bei stratigraphischen Fragen ausgeklammert werden.

5. Veränderungen durch Blitzschlag (besonders an morphologisch hervorragenden Felsen)
6. Veränderungen durch den thermischen Kontakt zu Ergußgesteinen
7. Veränderungen an Störungs- und Zerrüttungszonen durch
   a) Veränderung des Interngefüges
   b) Temperaturerhöhung
   c) chemische Veränderung
8. Veränderung durch Verwitterung

Beim Zuschneiden der Meßwürfel sind grobe Fehler durch Verdrehen und Verwechseln von Meßwürfeln möglich. Ein Vergleich der Meßwürfel mit den Gesteinsresten läßt an Hand von Strukturmerkmalen solche Fehler (teilweise!) erkennen. Im Zweifelsfalle sind fragwürdige Proben durch Stichproben zu kontrollieren.
Beim Messen sind grobe Fehler auf Grund mangelnder Konzentration durch einen durchdachten Meßablauf sowie durch die geeignete Protokollführung unter Kontrolle zu halten.
Wichtig ist jedoch das Übereinstimmen von Empfindlichkeit des Meßgerätes mit der Magnetisierung der Gesteinsprobe.

Bei der statistischen Bearbeitung des gewonnenen Zahlenmaterials können grobe Fehler auftreten, soweit das Zahlenmaterial nicht auf Gleichwertigkeit untersucht wird (bevorzugte Streuung in einer Richtung!). Es darf nur ein in sich homogenes Zahlenmaterial zur Mittelwertsbildung herangezogen werden. Das gewählte statistische Verfahren muß letztlich in seinem Ergebnis in einem guten Verhältnis zu den eingegebenen Einzelwerten stehen.
Die gesteinsmagnetischen Messungen stellen sehr qualifizierte Untersuchungen dar, jedoch ist damit allein noch kein gutes Ergebnis getroffen.
Um diesem qualifizierten Meßverfahren gerecht zu werden, müssen auch die übrigen Arbeitsgänge, die mit in das Endergebnis eingehen, mit der gleichen Exaktheit durchgeführt werden. An dieser Genauigkeit fehlt es vielen Arbeiten besonders bei der Probeentnahme.

STRATIGRAPHIE - ALLGEMEINER TEIL

Die stratigraphische Korrelation an Hand gesteinsmagnetischer Untersuchungen

Die verschiedenen gesteinsmagnetischen Untersuchungen haben ergeben, daß die unterschiedlich alten Gesteine verschiedene Magnetisierungsrichtungen enthalten können. Diese unterschiedlichen Magnetisierungsrichtungen beruhen auf einer relativen Veränderung zwischen Pollage und Ort der Probeentnahme. Die Veränderung zwischen Pollage und Ort der Probeentnahme kann verschiedene Ursachen haben:

1. Umpolung des Erdmagnetfeldes
2. Poldrift
3. Kontinentaldrift
4. tektonische Verstellung

Hiervon sind lediglich die tektonischen Verstellungen im Gestein kleindimensional angelegt. Diese werden im Gelände erkannt und bei der Berechnung der Magnetisierungsrichtung berücksichtigt.

Die übrigen Ursachen erstrecken sich in ihrem Einfluß weltweit, beziehungsweise lassen sie sich im Falle der Kontinentaldrift auf einen weltweiten Maßstab umrechnen. Für diese Änderung der Magnetisierungsrichtung läßt sich die stratigraphische Forderung aufstellen, daß gleichalte Gesteine nach der gleichen Pollage ausgerichtet sein müssen. Dieses Grundprinzip der stratigraphischen Korrelation wurde früh erkannt, doch blieb der Anwendungsbereich bislang nur auf das Phänomen der Umpolung respektive auf die stratigraphische Unterscheidung von normal und revers ausgerichteten Gesteinen beschränkt. Diese Methode ist dort gut anzuwenden, wo Gesteine aus langandauernden Bildungsepochen mit entgegengesetzter Magnetisierungsrichtung voneinander zu trennen sind. Bisher sind Gliederungen im Perm und besonders im Tertiär und Quartär erfolgt.

Von den wenigen stratigraphischen Anwendungen ist die Untersuchung des Konglomerates von Malmedy (Belgien) durch NAIRN zu erwähnen. Die unsichere Stellung zwischen Rotliegendem (Perm) und Buntsandstein (Trias) konnte eindeutig zu Gunsten des reversen Perms (Kiaman) entschieden werden.
Das gleiche Prinzip zur stratigraphischen Unterteilung wendet BUREK im Oberen Buntsandstein an, welcher mehrere kurzzeitige Reversionen (Inklinationszacken) enthält. BUREK parallelisiert über 12 Teilprofile hinweg und gelangt zu 9 durchgehenden reversen Horizonten im Oberen Buntsandstein. Da die zugrunde gelegte Stratigraphie nicht gesichert ist, könnten bei der Parallelisierung der reversen Horizonte Verwechslungen auftreten.
Die Versuche zur stratigraphischen Gliederung scheitern im Oberen Buntsandstein an dem starken horizontalen und vertikalen Wechsel des Gesteins. Dieser Wechsel beruht auf der ständigen Änderung der Sedimentationsgeschwindigkeit, auf Sedimentationsunterbrechungen und eingeschalteten Abtragungsphasen. Die gleichen Merkmale sind aber auch bei der Parallelisierung von reversen Horizonten hinderlich.
Die Möglichkeiten zur stratigraphischen Korrelation an Hand gesteinsmagnetischer Profile beruhen in der Variation der magnetischen Ausrichtung. Unabhängig von dem raschen Wechsel im Profil sind zunächst die Gesetzmäßigkeiten heranzuziehen, die für lange Zeiträume typisch sind.
Ähnlich den geologischen Erdperioden erwächst hieraus die bislang nur teilweise aufgestellte Chronologie nach magnetischen Epochen. Diese Gliederung beruht allein auf dem Wechsel von normal und revers ausgerichteten Gesteinsverbänden. In den hier untersuchten Gesteinen ist eine weitere stratigraphische Unterteilung an Hand der auf Seite 37 aufgeführten Variationen möglich. Hierbei erfolgt die Unterteilung - entsprechend allen chronologischen Systemen - nach einem hierarchischen Prinzip, indem zunächst die langandauernden Gesetzmäßigkeiten herauszufinden sind.
Eine stratigraphisch brauchbare Kennzeichnung geben die Magnetisierungsänderungen 3. und 4. Grades. Diese gibt eine Charakteristik in der generellen Ausrichtung in der Größen-

ordnung von 100 000 Jahren und in der Aufeinanderfolge verschiedener Ausrichtungen kennzeichnet sie einen Ablauf von Jahrmillionen. Im untersuchten Gebiet erstreckt sich diese Variation über mehrere hundert Meter und kennzeichnet Gesteinsschichten im Bereich von 20 bis 70 Metern (Abb. 14 /S.36)

Durch die Magnetisierungsänderung 1. und 2. Grades lassen sich weitere Unterteilungen durchführen, die bis in den Meterbereich und kleiner hineingehen können. Mit Abnahme der Zeitdauer der gesteinsmagnetischen Variation wächst jedoch die Schwierigkeit der stratigraphischen Korrelation.
Analog einer petrographischen Gliederung zerfällt die Aufeinanderfolge verschiedener gesteinsmagnetischer Richtungen in rhythmisch wiederkehrende, gleich anzusprechende Horizonte. Das einfache Abzählen dieser Horizonte scheitert an eingeschalteten Schichtlücken und an nicht aufgefundenen typischen Teilen des Linienverlaufes auf Grund zu weit auseinandergelegener Probeentnahme. Durch eine unterschiedliche Sedimentationsgeschwindigkeit wird weiterhin das Linienbild entstellt und unkenntlich.

Die Parallelisierung im stratigraphisch engen Bereich und mögliche Korrekturen.

Abb. 16 zeigt am Beispiel des Grenzbereichs Trifels- zu Rehbergschichten zwei Profile im gleichen Niveau mit gleichen Mächtigkeiten und übereinstimmender Petrographie. Es handelt sich dabei um ein Niveau, das über eine Erstreckung von 60 km unverändert in zahlreichen Aufschlüssen zu beobachten ist (FIRTION & DACHROTH, 1964; DACHROTH, 1967).
Abb. 16 a zeigt eine Inklinationslinie, die aus vier dicht nebeneinandergelegenen Profilen zusammengestellt ist und somit ein Auffinden aller Richtungsmöglichkeiten in diesen wenigen Metern Gestein garantiert. Abb. 16 b zeigt die Richtungsanordnung am Beispiel eines in 50 km Entfernung gezogenen Profils. Der sich zunächst ergebende andere Linienverlauf (gezogene Linie) beruht überwiegend auf einem zu großen Abstand der Probeentnahme. Alle Punkte passen sich gut in den Linienverlauf der Abb. 16 a (gestrichelte Linie)

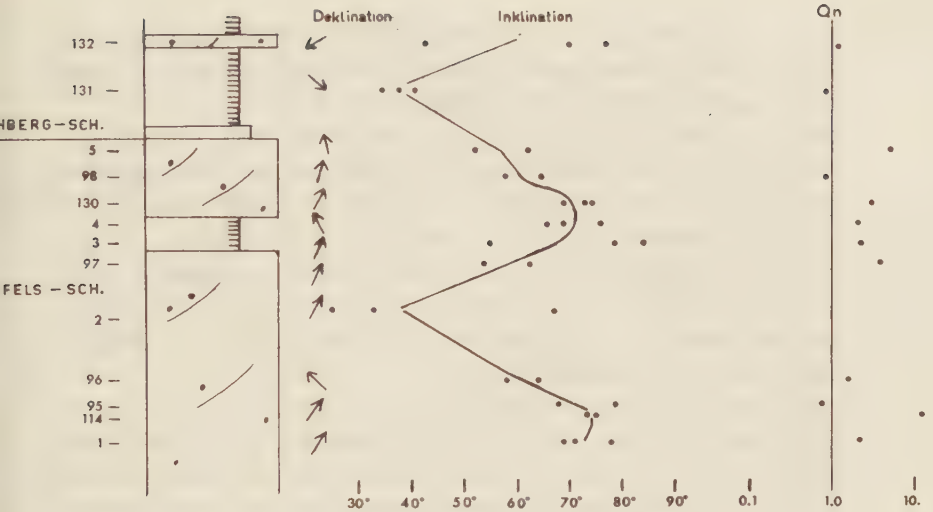


Abb. 16a Profil Scheidt - Rentrisch / Saar

= 2m

GRENZBEREICH TRIFELS- zu REHBERGSCHICHTEN

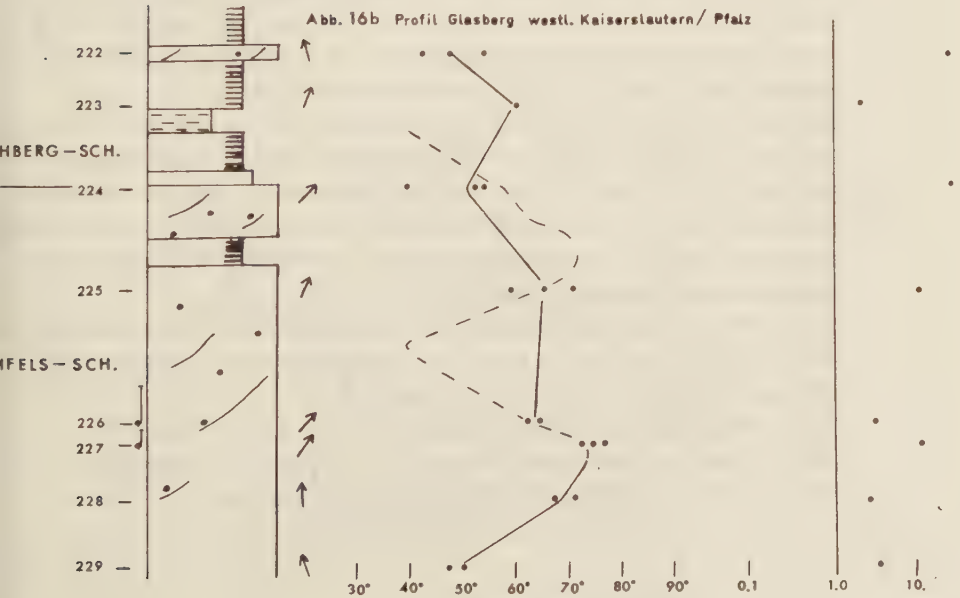


Abb. 16b Profil Glasberg westl. Kaiserslautern / Pfalz

ein. Die Proben 226 und 227 wurden dabei in ihrer Lage (nach Metern) wenig verändert. Diese Veränderung entspricht einer Korrektur der Sedimentationsgeschwindigkeit.

Ein in seiner stratigraphischen Charakteristik analoges Niveau stellt die Grenze vom Rotliegenden zum Buntsandstein im westlichen Saarland dar. Diese Grenze wurde in den letzten Jahren eingehend untersucht (MÜLLER & KLINKHAMMER, 1963; FIRTION, SCHÖMER & DIETZ, 1964; DIETZ 1965; BRENNEIS, 1968). Am Beispiel von vier Aufschlüssen zeigt Abb. 17 die Unterschiedlichkeit in Petrographie und Mächtigkeit der Basisschichten des Buntsandsteins.

Ein erster Vergleich des Inklinationsverlaufes zeigt keine Ähnlichkeiten. Wie die weitere Bearbeitung zeigt, muß diese Beobachtung nicht gegen eine Gleichaltrigkeit der Gesteine und nicht gegen eine Gleichwertigkeit der Magnetmessungen sprechen. Faßt man das Konglomerat als gleichalt und die jeweilige mögliche Schüttungszeit als gleichlang auf, so ist es möglich, die im verschiedenen Meterabstand zur Buntsandsteinbasis gezogenen Proben zu parallelisieren. An Hand des Profils mit der besten Ausbildung eines Einzelabschnittes (Konglomerat Nunkirchen) werden alle Proben aus anderen Profilen, unabhängig vom Meterabstand, auseinandergezogen oder zusammengeschoben, bis die verschiedenen Punkte zu einem harmonischen Linienverlauf verschmelzen. In der ersten Aufstellung zeigt es sich, daß die verschiedenen Inklinationswerte relativ leicht so zu verschieben sind, daß sie sich einem gemeinsamen Linienbild anpassen. Hierfür wird die Forderung gestellt, daß die stratigraphische Anordnung der Proben im Einzelprofil gewahrt bleibt.

Die Einzeichnung der Deklinationsrichtung ergibt eine erste Kontrolle, indem für gleiche Linienabschnitte gleiche Deklinationsrichtungen gegeben sein müssen.

Die Berücksichtigung der Qn-Werte ergibt im vorliegenden Falle eine besonders gute Kontrolle, da sich in einem bestimmten Linienabschnitt Extremwerte einstellen.

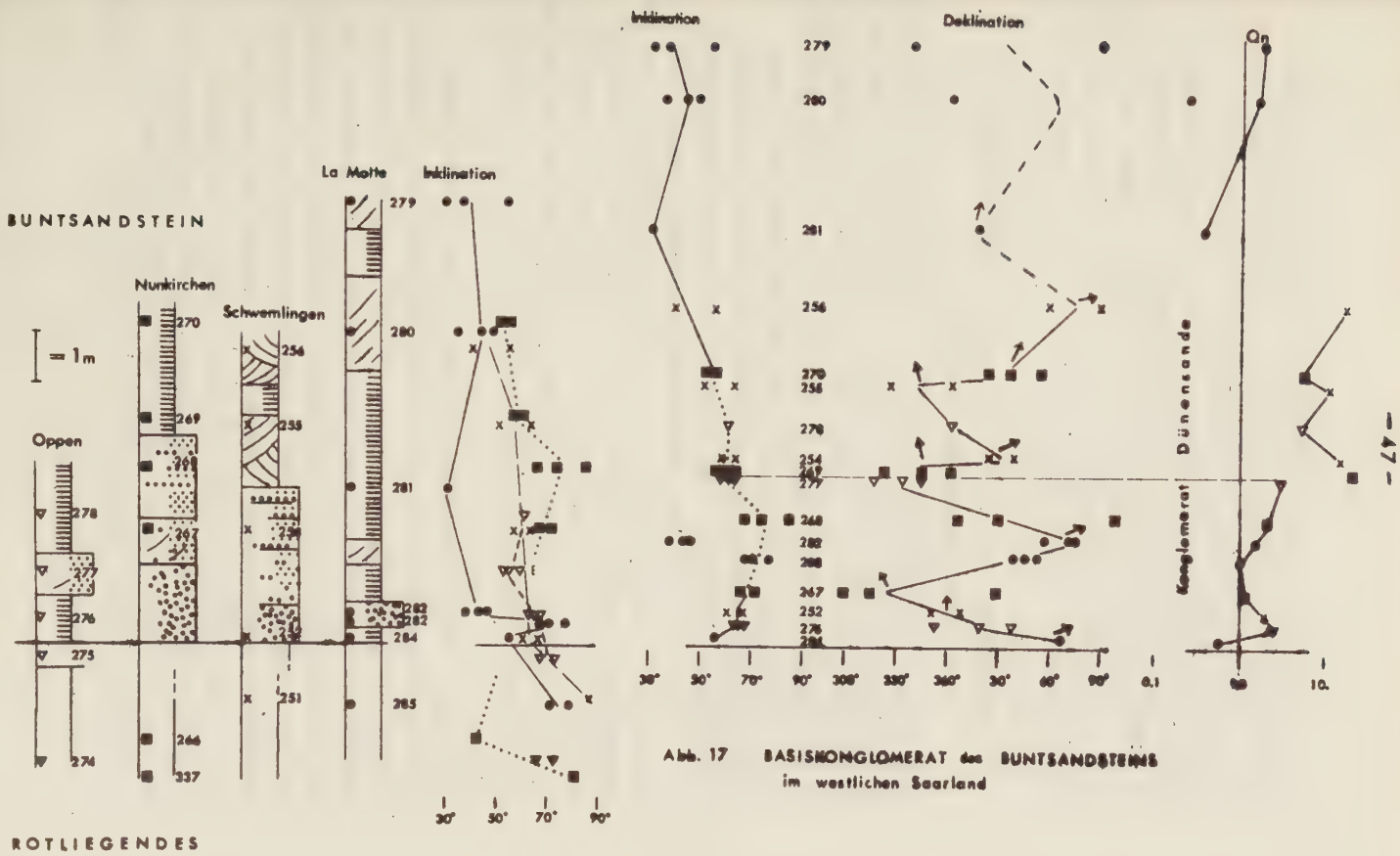


Abb. 17 BASISKONGLOMERAT des BUNTSANDSTEINS im westlichen Saarland

Schließlich zeigt eine abschließende Betrachtung, daß die Grenze Geröllschüttung zu Dünensand im gedehnten Profil nicht verwischt wurde, sondern bestehen geblieben ist. Die Rotliegendwerte lassen sich an Hand der wenigen Proben nicht zu einer gemeinsamen Linie zusammensetzen. Aus den getroffenen Untersuchungen und Darstellungen bestätigt sich, daß die Sedimentation des Buntsandsteins in den vier Profilen zur gleichen Zeit einsetzt.

Die Möglichkeiten der stratigraphischen Anwendung gesteinsmagnetischer Daten.

Die Veränderung der Magnetisierungsrichtung folgt tellurischen Gesetzmäßigkeiten und bietet somit die Möglichkeit einer weltweiten Korrelation. Die aufzufindenden Winkelwerte streuen über lange Zeiten um eine etwa gleiche Ausrichtung und bilden somit - besonders auf der Basis der wechselnden Polarität - die Möglichkeit zu einer geomagnetischen Epochen-Gliederung. Die Streuung innerhalb der Epochen kann jedoch soweit sein, daß im Prinzip in verschieden alten Gesteinen gleiche Ausrichtungen vorkommen können. Somit kann auf Grund der gesteinsmagnetischen Untersuchungen allein keine direkte stratigraphische Zuordnung erfolgen. Die gesteinsmagnetische Chronologie ist bereits in ihren größten Bausteinen - der epochalen Gliederung - abhängig von den biostratigraphischen Erkenntnissen.

In stratigraphisch engeren Bereichen können Variationen niedriger Ordnung zur Korrelation benutzt werden. Es handelt sich dabei um rhythmisch wiederkehrende gesteinsmagnetische Ereignisse. Damit liegt der gesteinsmagnetischen Methode ein, der sedimentologischen Arbeitsweise teilweise vergleichbares, Schema zu Grunde. Die gesteinsmagnetische Korrelation weist gegenüber einer petrographischen Gliederung den Vorzug auf, daß - ie bislang teilweise erwiesen und in der Theorie grundsätzlich gefordert - die Änderung der magnetischen Ausrichtung eine weltweite Gültigkeit hat. Sie ist damit mit der biostratigraphischen Korrelation vergleichbar. Die an Hand

gesteinsmagnetischer Untersuchungen aufgefundenen Zeitmarken können - besonders im weltweiten Maßstab - die biostratigraphischen Zeitmarken in ihrer Exaktheit übertreffen.
Die Untersuchung an Bohrkernen aus Tiefseeproben (OPDYKE u.a.) scheinen direkt eine Abhängigkeit der Artentstehung von den magnetischen Ereignissen anzudeuten (Abschirmung der kosmischen Strahlung durch das Magnetfeld der Erde). Dies läßt auf einen zeitlich parallelen Verlauf der Gliederungslinien schließen. Doch bedarf gerade diese Überlegung einer Überprüfung in biostratigraphisch enggegliederten Sedimenten.
Es bleibt, unabhängig vom Ausgang solcher Untersuchungen, der biostratigraphischen Einteilung eine Vorrangstellung, indem die gesteinsmagnetischen Untersuchungen in deren Gliederung eingehängt werden. Die gesteinsmagnetische Methode ist gleich der biostratigraphischen Methode nur in bestimmten Gesteinen durchzuführen, welche sich zum Teil decken und sich im weiten Maßstab ergänzen. Besonders die Bildung der klastischen Sedimente (Rotsedimente), sowie das vulkanische und plutonische Geschehen können durch gesteinsmagnetische Untersuchungen enger in das chronologische Schema der Biostratigraphie eingefügt werden.

STRATIGRAPHIE - SPEZIELLER TEIL

Die stratigraphischen Untersuchungen bezogen sich besonders auf den Buntsandstein. Zum Zwecke der Abgrenzung wurden tiefere Schichten mit einbezogen, sodaß der Zeitraum von den basaltischen und tholeyitischen Ergüssen an der Wende Unterrotliegendes - Oberrotliegendes (Saalische Phase) bis zur Muschelkalk-Basis erfaßt wurde. Die fraglichen Rotliegendgesteine, sowie die tieferen Buntsandsteinschichten treten im Bereich der Haardt-Schwelle bei Annweiler und an der Südflanke des Pfälzer Sattels auf. Die höheren Schichten des Buntsandsteins liegen in der Saargemünd-Pfälzer Mulde. Ein getrenntes Vorkommen bildet der Raum des westlichen Saarlandes. Hier liegen über Ergußgesteinen, Konglomeraten und Dünensanden des Oberrotliegenden, Schichten des Mittleren und Oberen Buntsandsteins.

Die Oberrotliegend-Gesteine und der Annweiler Sandstein um Annweiler in der Südpfalz

Das Gebiet um Annweiler nimmt im Saar-Pfälzer Raum eine Schlüsselstellung ein, da hier die Gesteine vom Oberrotliegenden bis zum Mittleren Buntsandstein in geschlossener Folge und deutlich stufenbildend auftreten. Die stratigraphische Bearbeitung des Pfälzer Raumes hat hier ihren Anfang gefunden. Ein Teil der zu besprechenden Schichten wurde hier definiert. Die geologische Bearbeitung erfolgte durch GÜMBEL, THÜRACH, LEPPLA, AMMON und in jüngerer Zeit für die permischen Gesteine durch FALKE und HENTSCHEL. In diesem Gebiet beginnt die permische Schichtenfolge mit dem Oberrotliegenden, das diskordant auf mehr oder weniger metamorphe Gesteine des Grundgebirges übergreift. Das Grundgebirge wird stellenweise von basischen Deckenergüssen (Grenzlagerfolge) überdeckt. Für diese sind Mandelsteine an der Basis und im oberen Teil eines jeden Ergusses bezeichnend.

Abb. 8 zeigt das Profil aus zwei benachbarten Steinbrüchen im Kaiserbachtal bei Waldhambach. In beiden Steinbrüchen sind drei Deckenergüsse aufgeschlossen. Die aufgefundenen Magnetisierungsrichtungen weisen überwiegend nach Süden. Die Inklinationswerte verlaufen vom Liegenden zum Hangenden eines Ergusses geradlinig von positiven zu negativen Gradzahlen. Dabei ergeben besonders die Proben aus den Bereichen der Mandelsteine (stärkere Entgasung) steile positive Inklinationswerte und abweichende Deklinationswerte. Der geradlinig gerichtete Verlauf der Inklinationslinien läßt vermuten, daß es sich hier um eine Beeinflussung der Magnetisierungsrichtung während der Abkühlung und nicht um stratigraphisch verwendbare Variationen des Magnetfeldes handelt. Stratigraphisch verwendbar ist die Aussage, daß diese basaltischen Gesteine revers ausgerichtet und somit der Kiaman-Epoche zuzuordnen sind. Die sedimentären Gesteine des Oberrotliegenden beginnen mit, in ihrer Mächtigkeit stark wechselnden, Konglomeraten und Breccien, die den Winnweiler-Schichten (Waderner-Gruppe / FALKE) zugeordnet werden. Untersucht wurden vier Gesteinsproben (Albersweiler), die, abgesehen von der petrographisch bedingten Streuung, eine reverse Magnetisierungsrichtung enthalten und somit zu der Kiaman-Epoche gehören.

Die folgenden Schichten stellen eine Wechselfolge von tonigen und sandigen Gesteinen dar. Es handelt sich um eine Schichtenfolge von über 100 Metern, die bis an die Basis der Trifelsschichten (Hauptbuntsandstein) reicht. In der ursprünglichen, petrographischen Gliederung wurde diese Schichtengruppe als Einheit aufgefaßt, später, nach Auffinden des Zechstein-Horizontes, mehrfach unterteilt.

Abb. 18 Magnetisierungsdiagramm Basalt Waldhambach (Perm)
Inklination positiv ● ▲ ■) gilt für alle
Inklination negativ ○ △ □) Magnetisierungsdiagramme

Abb. 19 Magnetisierungsdiagramm der oberrotliegenden Sedimente im Umkreis von Annweiler

5	m	obere Leberschiefer	)	
40-50	m	Annweiler Sandstein	)	Unterer Buntsandstein
5	m	untere Leberschiefer	)	
0- 3	m	mariner Zechstein	)	Zechstein
20-40	m	oberer Sandstein	)	
10-30	m	obere Rötelschiefer	)	Standenbühler Schichten/
-10	m	unterer Sandstein	)	Kreuznacher Gruppe
10-20	m	untere Rötelschiefer	)	

Das stratigraphisch wichtige Glied dieser Gruppe ist der marine Zechstein-Horizont, der die tiefer liegenden Schichten als eindeutig permisch kennzeichnet. Da die 3 Meter Zechstein kaum den ganzen Zechstein vertreten, werden verschiedene Mutmaßungen angestellt. LEPPLA rechnet den Annweiler Sandstein mit zum Perm. HENTSCHEL läßt den Zechstein mit dem oberen Sandstein beginnen. Diese Vermutungen werden durch die gesteinsmagnetischen Ergebnisse zum Teil bestätigt. Die gesteinsmagnetischen Messungen (Abb. 19) zwingen zur Teilung dieser Einheit, da die unteren Rötelschiefer revers ausgerichtet sind, die oberen Rötelschiefer und die höheren Gesteine aber eine normale Ausrichtung haben.
Dazwischen nimmt der untere Sandstein eine unsichere Stellung ein, indem die ermittelten Richtungen eine sehr weite Streuung aufweisen, die eventuell als Übergangsbereich gedeutet werden kann.
Die oberen Rötelschiefer zeigen bei westlichen Deklinationswinkeln und steilen Inklinationswinkeln gleichfalls eine Ausrichtung, die - verglichen am Reversionsprofil (Abb. 11) - stark an einen Übergang erinnert, zum anderen aber gut an den oberen Sandstein anschließt. Die normal ausgerichteten Gesteine von oberen Rötelschiefern bis zum Zechstein lassen sich auf Grund biostratigraphischer Merkmale im Zechstein eindeutig als normal ausgerichtetes Perm ansprechen. Damit entsprechen diese Schichten dem oberen Tatar (KHRAMOV in IRVING).

Da jedoch die paläomagnetische Ausrichtung des Annweiler Sandsteins (Abb. 5) eng an die des oberen Sandsteins und Zechsteins anschließt, erscheint es zwingend, die Schichten von den oberen Rötelschiefern bis zur Obergrenze des Annweiler Sandsteins als petrographische und gesteinsmagnetische Einheit aufzufassen.
Abb. 20 und 21 zeigen Profile vom oberen Sandstein bis zum unteren Annweiler Sandstein im Abstand von 6 km. Beide Profile zeigen, besonders an der Zechsteinbasis, übereinstimmende Ausrichtungen und beweisen somit die stratigraphische Verwendbarkeit der gesteinsmagnetischen Untersuchungen sowie im vorliegenden Falle den Gleichschritt mit dem biostratigraphischen und sedimentologischen Geschehen.
Abb. 22 zeigt 2 Profile aus dem Annweiler Sandstein (5 km Entfernung), die sich nur zum Teil überschneiden. Diese Gesteine enthalten im tieferen Teil eine bevorzugte nördliche Ausrichtung, während die Deklination im höheren Teil überwiegend westwärts gerichtet ist. Beide Profile zeigen den Übergang von nord- zu westwärts gerichteter Deklination. Damit zeigt der Annweiler Sandstein leicht wiederzufindende Magnetisierungsrichtungen, die mit analogen Werten im Staufer Konglomerat und Formsand verglichen werden können.

Die Oberrotliegend-Gesteine und die Staufer Konglomerate am Südrand des Pfälzer Sattels.

Das Buntsandsteingebiet der Pfalz wird nach NW durch eine SW - NE streichende Sattelzone, den Saarbrücker-Pfälzer-Sattel, begrenzt. Im Bereich dieser Sattelzone liegt eine durchgehende Sedimentation vom Oberkarbon bis zur Trias vor. Größere Schichtlücken liegen, verursacht durch die Saalische Bewegung an der Wende Unterrotliegendes - Oberrotliegendes und durch die Pfälzer Bewegung an der Wende Oberrotliegendes zu Staufer Schichten vor. Dabei liegen im SW des Sattelzuges die stärksten Hebungen vor, welchen zugleich die größten Schichtlücken entsprechen. Der zentrale Teil des Sattels wird im Gebiet von Saarbrücken von oberkarbonischen Gesteinen gebildet, die diskordant vom Buntsandstein überlagert werden (Konglomerate von Dudweiler).

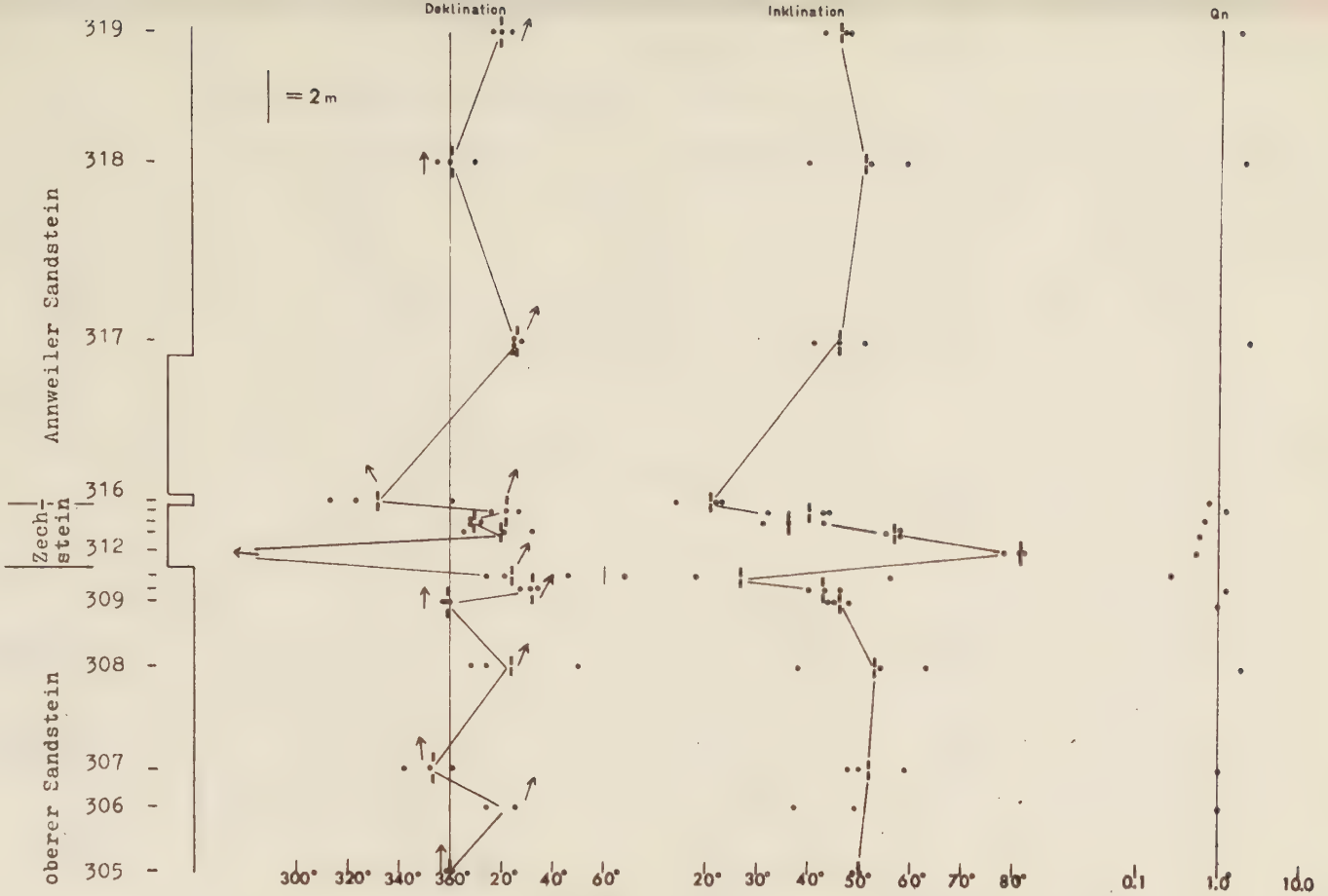


Abb. 20 Profil Rothenberg (westlich Eschbach /Pfalz)

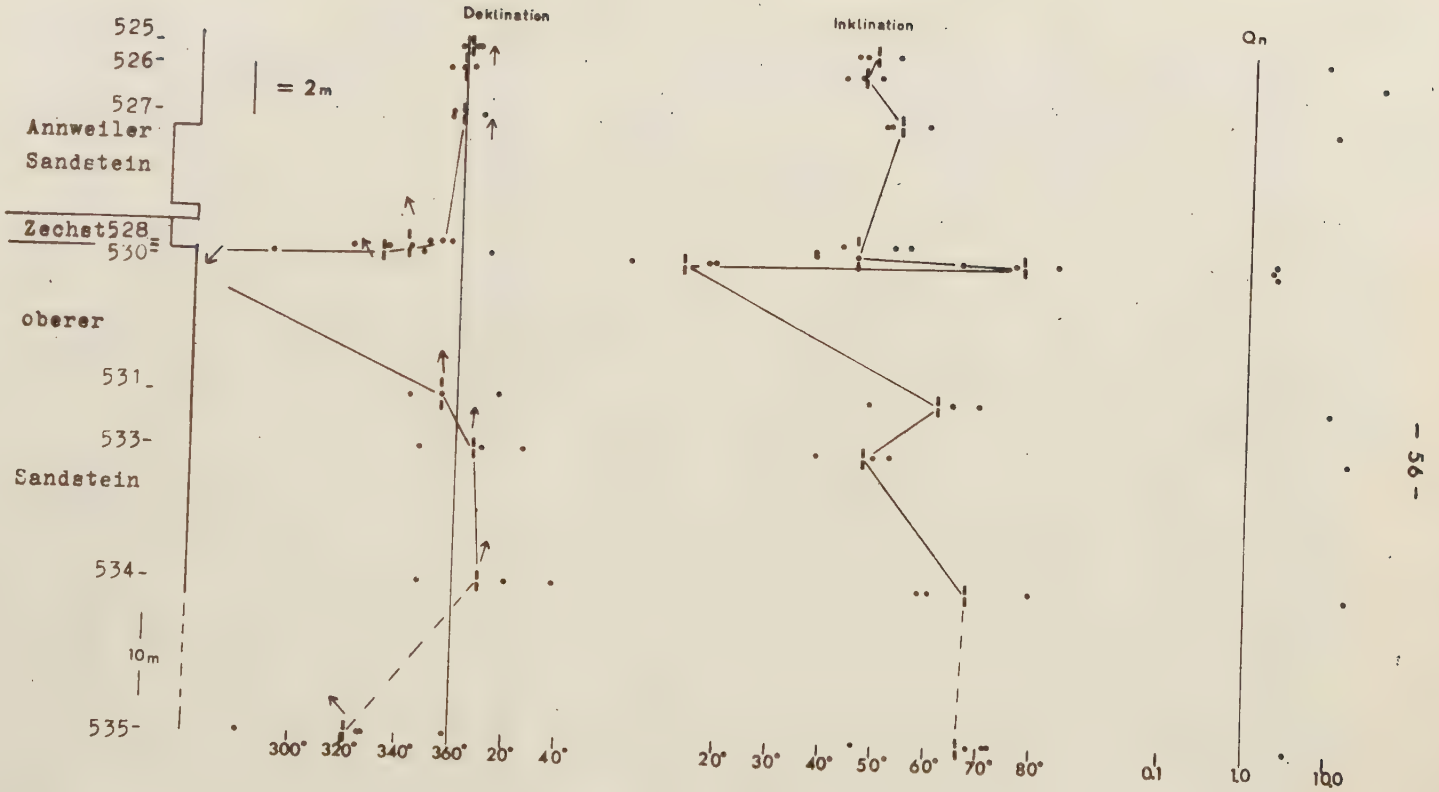
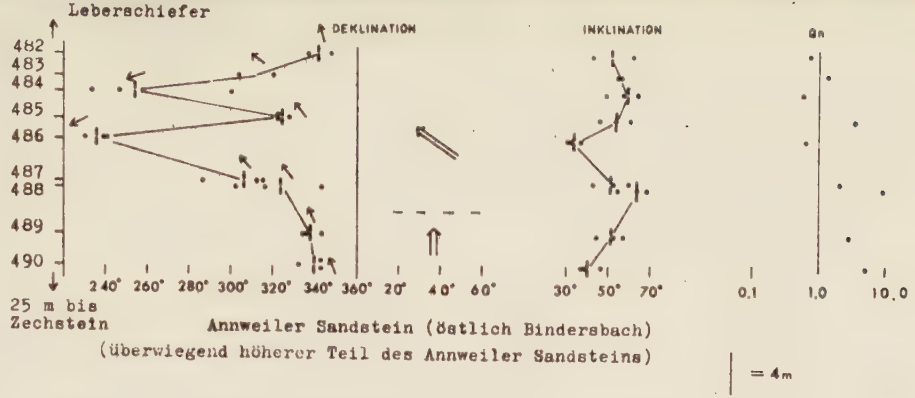


Abb. 21 Profil Waldrohrbach / Pfalz

25m bis Beginn Profil "Anebos" (Abb.30a)



ca.30 m bis Beginn Profil Asselsteine (Abb.30b)

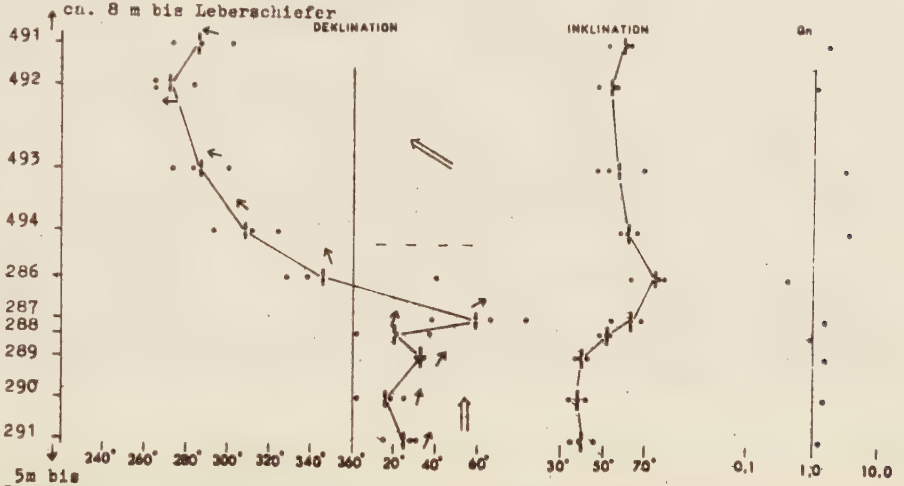


Abb. 22

Im Bereich der Pfalz sind vorwiegend Gesteine des Unterrotliegenden in der Sattelzone anzutreffen, die von oberrotliegenden Gesteinen und von dem Staufer Konglomerat diskordant überlagert werden. In Richtung auf das Saarbrücker Karbonvorkommen zu, keilen zunächst die Oberrotliegend-Gesteine zwischen steilgestelltem Permo-Karbon und den Staufer Schichten und, weiter westlich, die eigentlichen Staufer Schichten zwischen Permo-Karbon und dem Konglomerat von Dudweiler aus. Die geologische Bearbeitung der zu besprechenden Gesteine erfolgte besonders durch GÜMBEL, REIS, KÜHNE, SPÜHLER und FALKE. Das Oberrotliegende beginnt mit den vulkanischen Ergüssen und Lockermassen der Grenzlagergruppe. Diese werden von einer örtlich stark unterschiedlichen Gesteinsfolge, bestehend aus groben Porphyrkonglomeraten, geröllführenden Sandsteinen, Sanden und Tonen, den Winnweiler Schichten überlagert. Innerhalb dieser Schichtenfolge liegt ein weitverbreiteter tholeyitischer Deckenerguß (Winnweiler Erguß). Den Abschluß des Rotliegend-Profils bilden die Standenbühler Schichten. Diese beginnen mit einem groben Konglomerat (Abb.7 S. 24) und werden im Hauptteil von sehr mächtigen Schiefertonen mit selten eingeschalteten Feinsandlagen gebildet.

Die gesteinsmagnetische Untersuchung ergibt für alle Schichten eine gleiche südgerichtete, also reverse Ausrichtung und somit eine Zuordnung zur Kiaman-Aera (Abb. 23). Damit läßt sich also nur ein Teil des Profils von Annweiler mit dem Profil am Südrand des Pfälzer Sattels vergleichen.
Die Oberrotliegend-Gesteine werden schwach diskordant von einem bis zu 50 m mächtigen konglomeratischen bis geröllführenden Sandstein überlagert, dem Staufer Konglomerat. Dieses Konglomerat geht nach oben in geröllarme bis geröllfreie, lockere Sande, den Formsand über. Staufer Konglomerat und Formsand enthalten eine normale, das heißt nordweisende magnetische Ausrichtung (Abb. 24).

Abb. 23 Magnetisierungsdiagramm des Oberrotliegenden an der Südflanke des Pfälzer Sattels

Abb. 24 Magnetisierungsdiagramm von Staufer Konglomerat ● und Formsand +

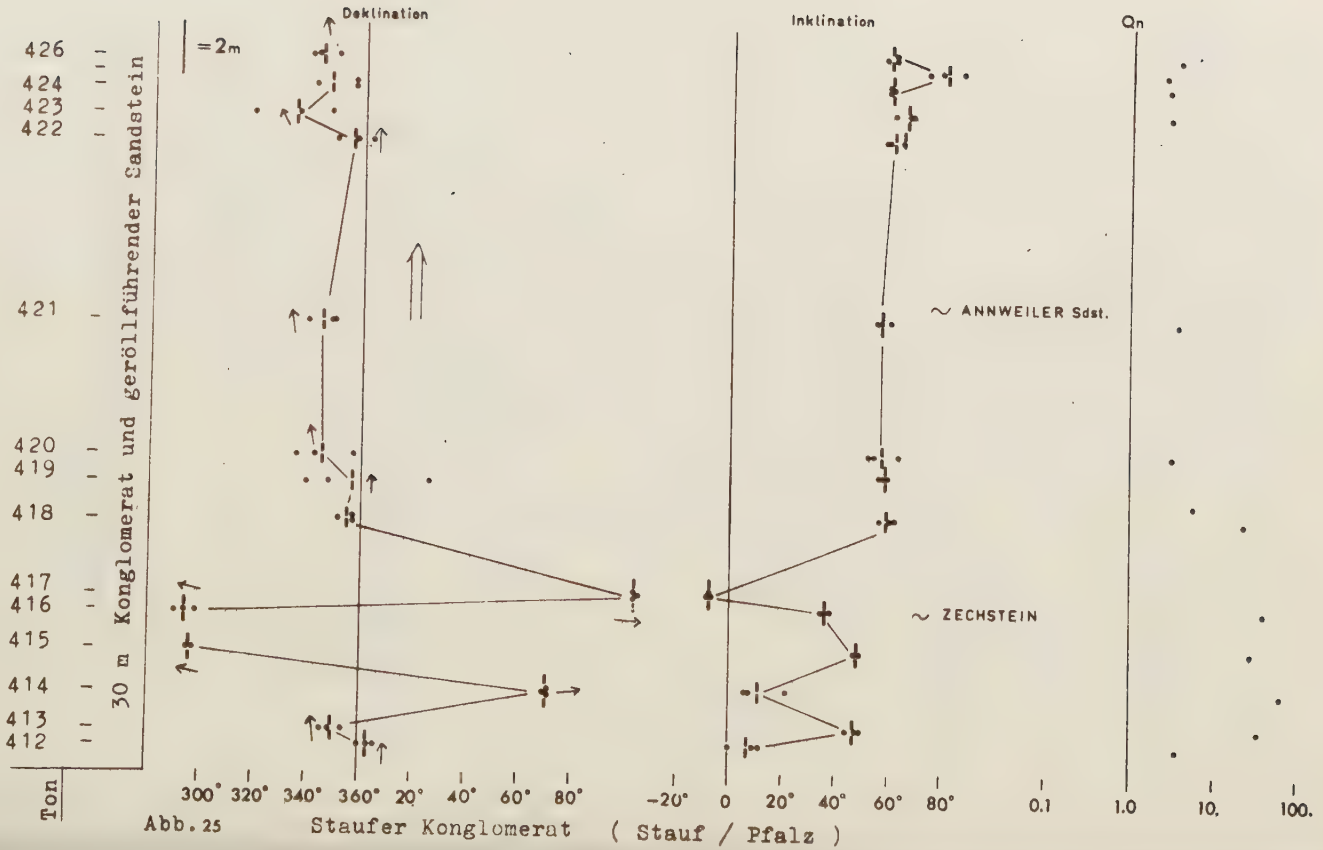


Abb. 25 Staufer Konglomerat (Stauf / Pfalz)

Wie aus den Profilen Abb. 25 und 31 ersichtlich, lassen sich drei, in ihrem magnetischen Verhalten deutlich unterschiedliche Schichtbereiche herauslesen:

1. Die untersten Meter im Profil Stauf enthalten größere Variationen in Inklination und Deklination. Dieser Teil läßt sich am ehesten mit analogen Variationen im Bereich des Zechsteins von Annweiler vergleichen. Es können auch tiefere, von mir nicht aufgefundene Variationen diesem Bereich entsprechen.
2. Der überwiegende Teil des Konglomerates von Stauf zeigt nur geringe Variationen in Deklination und Inklination und läßt sich mit dem tieferen Teil des Annweiler Sandsteins vergleichen (Abb. 5 und 22).
3. Die Formsande bei Kaiserslautern und anderen Entnahmestellen zeigen eine stärker westliche Ausrichtung und können somit dem oberen Teil des Annweiler Sandsteines entsprechen.

Hervorzuheben ist, daß jedoch die Winkelwerte der Staufer Schichten gerichtet um 10 bis 15 Grad von denen im Raume Annweiler abweichen. Da sich aber der zeitliche Rahmen der Entstehung zumindest teilweise in beiden Gebieten überschneidet, muß bei diesen Abweichungen an systematische Unterschiede der Einregelung bei der Sedimentation gedacht werden (Unterschied Grobsand - Feinsand). Diese Vermutung wird besonders dadurch verstärkt, daß im Falle der zu vergleichenden Profile die Winkelwerte prinzipiell um einen Wert von 10 bis 15 Grad verschieden sind, hingegen die oben beschriebenen Änderungen im Profil, die sich noch ins Detail erweitern lassen, in Größe und Richtung der eintretenden Variationen ident sind. Mit dem angetretenen Vergleich entspricht also das Staufer Konglomerat dem oberen Sandstein, dem Zechstein und dem Annweiler Sandstein im Gebiet von Annweiler.

Das Resultat entspricht dem auf Grund petrographischer Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen von HENTSCHEL, wonach die zu vergleichenden Vorkommen von Geröllführung innerhalb des oberen Sandsteins nur dem Staufer Konglomerat entsprechen können. Die von HENTSCHEL an der Basis des oberen Sandsteins aufgefundene Diskordanz ist somit Folge der Pfälzer Bewegung. Die stratigraphische Einstufung der Pfälzer Bewegung (Tektogenese)

entspricht also nicht der Grenze Perm - Trias, sondern ist in das obere Perm und zwar in den oberen, magnetischen normal ausgerichteten Teil der Tatar-Stufe zu verlegen.

Das Oberrotliegende im westlichen Saarland

Das Oberrotliegende im Saarland beginnt mit vulkanischen Ergüssen und Lockermassen. Darüber liegt ein, in seiner Mächtigkeit stark wechselndes Konglomerat, die Waderner Schichten, Diese Waderner Schichten werden von feldspatreichen Sanden überlagert, die den Kreuznacher Schichten zugeordnet werden. Im Bereich des St. Wendeler Grabens konnte LIEDTKE 1968 eine Unterteilung dieser Gruppe in einen unteren, wohl überwiegend fluviatil sedimentierten Teil und einen höheren, aus Dünensanden bestehenden Teil unterscheiden. Die durchgeführten Untersuchungen beziehen sich nur auf die Kreuznacher Schichten. Für die vulkanischen Gesteine liegen bereits Ergebnisse von NAIRN, NIJENHUIS und SCHMUCKER vor, wonach diese Gesteine dem reversen Perm zuzuordnen sind. Diese Konglomerate der Waderner Schichten lassen auf Grund ihrer Petrographie eine geeignete Probeentnahme nicht zu. Die Untersuchung der Gesteine der Kreuznacher Schichten ergibt für alle Proben eine normale, überwiegend nord-bis nordwest-gerichtete Ausrichtung mit steilen Winkelwerten (Abb. 26). Sie entsprechen damit den oberen Rötelschiefern und tieferen Lagen des oberen Sandsteins aus dem Gebiet von Annweiler und sind somit in das obere Tatar zu stellen.

Der Hauptbuntsandstein

Der linksrheinische Buntsandstein zeigt in der Pfalz und im östlichen Saarland einen übereinstimmenden Schichtenaufbau, welcher sich bislang einer Aufgliederung nach Rhythmen analog dem mittel- und norddeutschen Buntsandsteinvorkommen verschließt. Während sich der obere Buntsandstein deutlich vom Mittleren Buntsandstein trennen laßt, ist eine, der norddeutschen Einteilung entsprechende Unterteilung in Unteren und Mittleren Buntsandstein noch nicht sichergestellt.

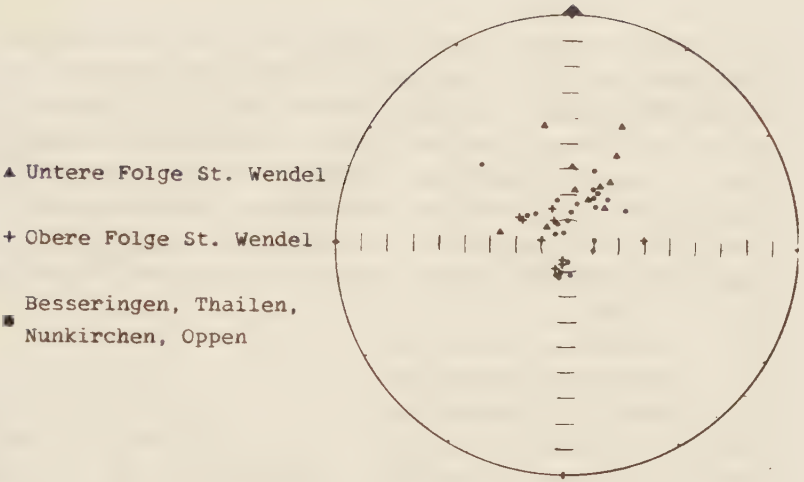


Abb. 26 Magnetisierungsdiagramm der Kreuznacher Schichten im Saarland

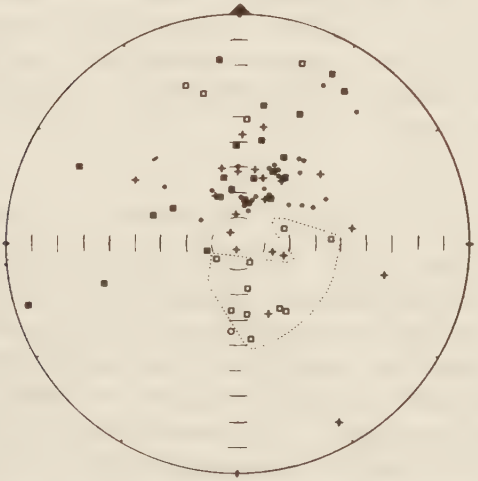


Abb. 27 Magnetisierungsdiagramm der Konglomerate von Dudweiler ■□ und Schwedelbach ● und der Sande von Bildstock+ ⁘ Eisenschwarten aus dem Konglomerat von Dudweiler

Der Annweiler Sandstein ist, soweit er nicht dem Zechstein zuzuordnen ist, mit Sicherheit nicht der Vertreter des gesamten Unteren Buntsandsteins nach mittel - und norddeutscher Auffassung. Diese Einteilungsschwierigkeiten werden durch den Begriff "Hauptbuntsandstein" umgangen. Hierunter fallen alle Gesteine zwischen Annweiler Sandstein und Oberem Buntsandstein. Die stratigraphische Gliederung des Hauptbuntsandsteins nahm ihren Ausgang im Raume Annweiler und besteht in der Dreiteilung (U → O)

Trifels - Schichten
Rehberg - Schichten
Karlstal - Schichten

Eine 10 - 20 m mächtige, nur selten aufgeschlossene Gesteinsfolge im Liegenden der Trifels - Schichten wird als Trifels - vorschüttung bezeichnet. Die Trifels - Vorschüttung besteht aus Konglomeratlagen und lockeren Sanden, die nach Lage und petrographischer Ausbildung den "Basis - Konglomeraten" bei Dudweiler und den folgenden Dünensanden bei Bildstock entsprechen. Die stratigraphische Bearbeitung des Hauptbuntsandsteins erfolgte durch GÜMBEL, THÜRACH, LEPPLA, REIS, WERVEKE, SPUHLER, DACHROTH.

Konglomerate von Dudweiler[+] und Sande von Bildstock

Diese Schichten sind im östlichen Saargebiet häufig aufgeschlossen. Die Schichtserie beginnt mit zwei, durch geröllführende Sandlagen getrennten Konglomeratbänken. An wenigen Stellen im Saarland werden diese von geringmächtigen, in ihrer Petrographie den Konglomeraten von Stauf ähnlichen, Sandsteinen unterlagert. Im Hangenden der Konglomerate liegen bis zu 30 m mächtige Dünensande. Die gleichen Konglomerate sind bei Schwedelbach im Hangenden der Formsande aufgeschlossen.[+] Im Raume Kaiserslautern fehlt diese Schichtengruppe. Die Konglomerate wurden bei Dudweiler, Friedrichsthal und in Schwedelbach untersucht. Im Saarland war es nicht

---

[+] REIS zählt auch diese Konglomerate zu den Staufer Schichten!

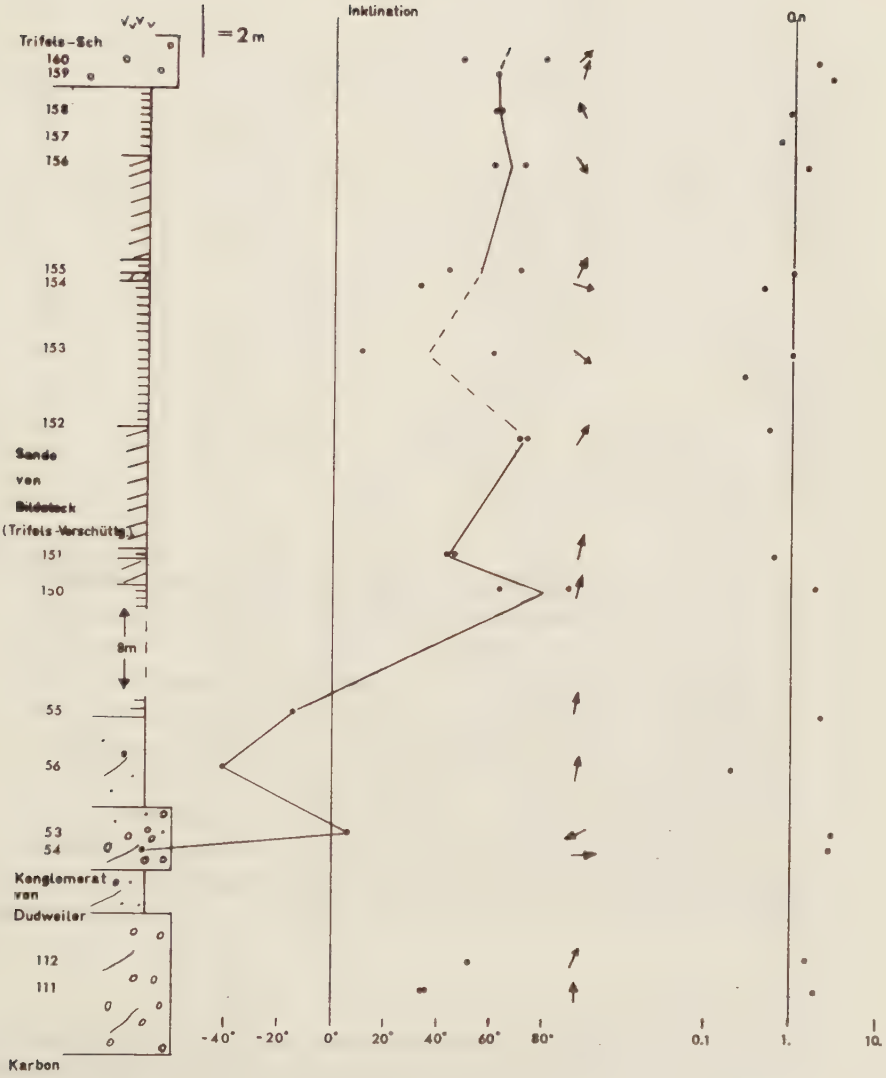


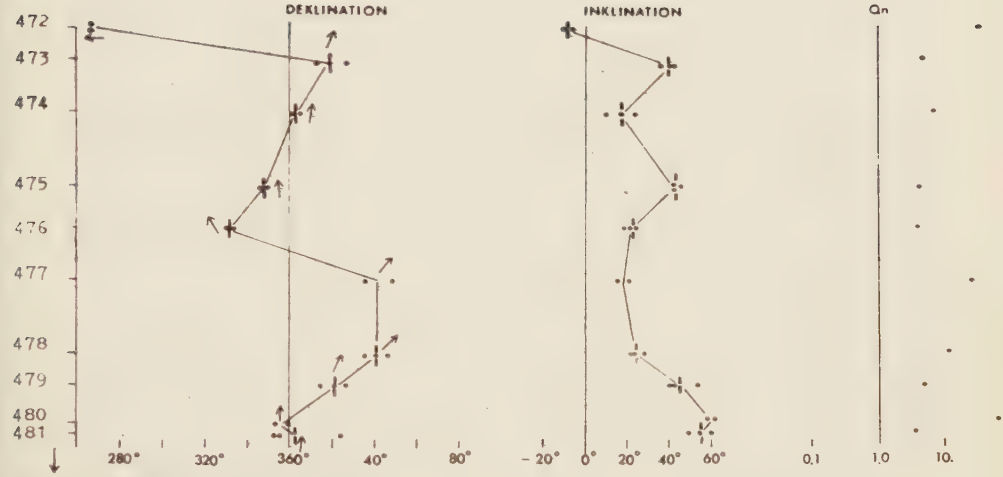
Abb. 28 Profil Bildstock

Abb. 29 Profil Schwedelbach

möglich, ein durchlaufendes Profil durch die Konglomerate zu erhalten. Im Vergleich der Proben ergibt sich, daß die untere Konglomeratlage normal ausgerichtet ist, während im oberen Konglomerathorizont eine Inklinationszacke mit teilweise negativen Inklinationswerten vorliegt (Abb. 27, 28, 29). Diese Inklinationszacke wurde auch in Schwedelbach - wenn auch nicht so deutlich ausgeprägt - wiedergefunden. Die Sande bei Bildstock (Trifels-Vorschüttung) zeigen von Probe zu Probe einen teilweise raschen Wechsel der Magnetisierungsrichtung und große Streuungen in den Einzelproben. Eine Inklinationszacke ist in Höhe der Probe 153 zu vermuten.

Die Trifels - Schichten

Die Trifels-Schichten sind auf Grund der guten Abgrenzungsmöglichkeiten nach unten und oben zwar stratigraphisch fixiert, jedoch ist eine weitere wünschenswerte Unterteilung bislang nicht erfolgt. Es ist daher nicht möglich, ein durchgehendes



25m bis Profil
Annweiler Sandst.
(Abb. 22 o)

Abb.30 o
Untere Trifels-Schichten (Ruinensandstein)
Anebos (südl. Annweiler / Pfalz)

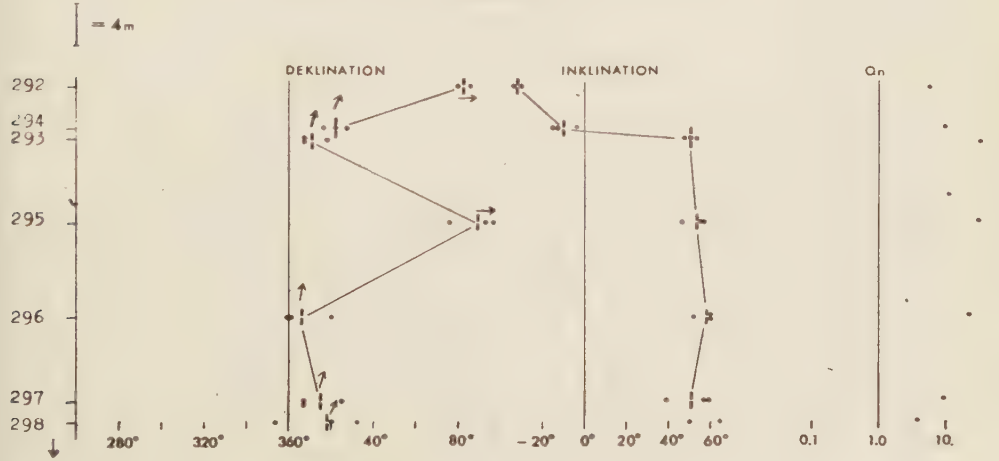


Abb. 30 b
Untere Trifels-Schichten (Ruinensandstein)
Asselsteine (südl. Annweiler/Pfalz)

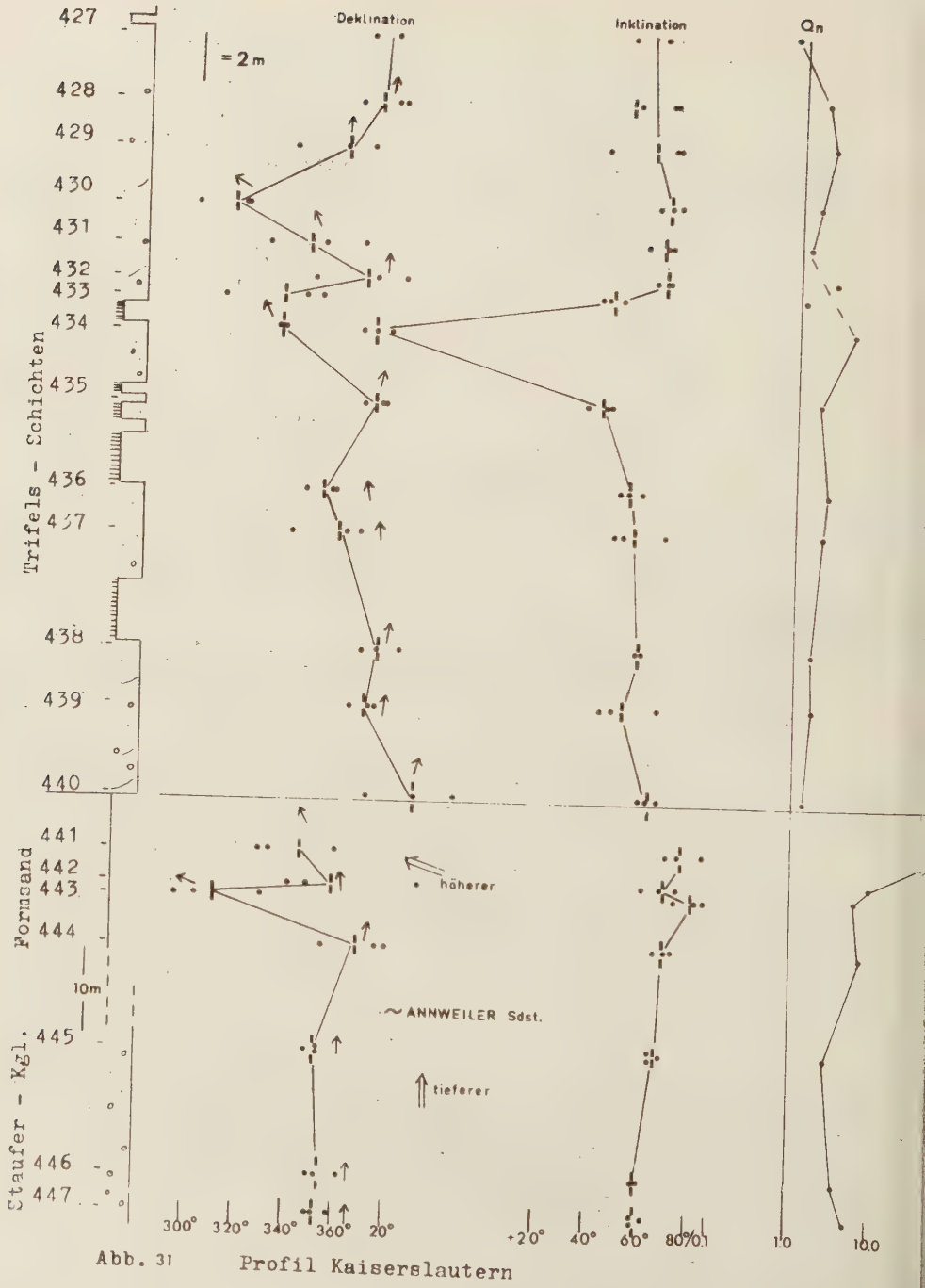


Abb. 31 Profil Kaiserslautern

● Ruinensandstein

▲ Bausandstein von Kaiserslautern

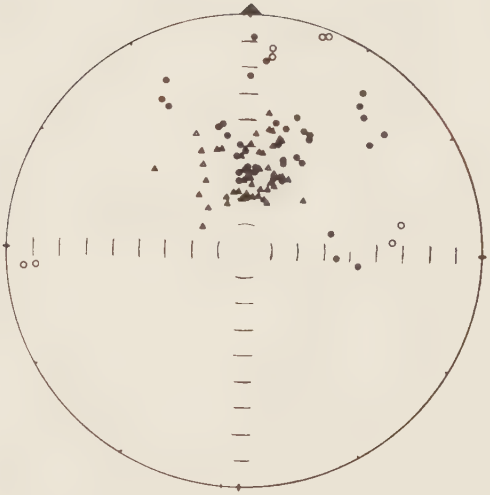


Abb. 32 Magnetisierungsdiagramm der tieferen Trifels-Schichten

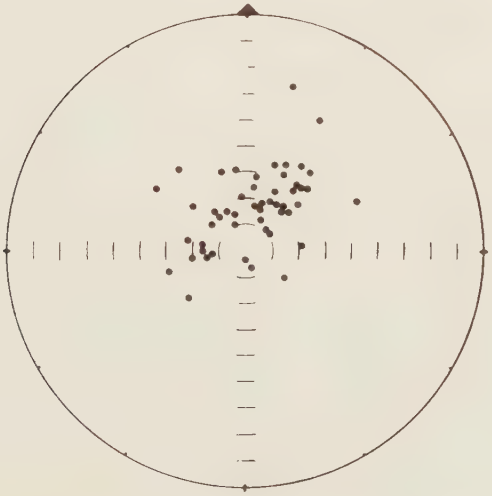


Abb. 33 Magnetisierungsdiagramm der oberen Trifels-Schichten

gesteinsmagnetisches Profil zu geben.
Die Trifels-Schichten beginnen in der Südpfalz mit bis zu 80 m mächtigen Ruinensandsteinen (Trifels bei Annweiler) Abb. 30. Sie werden dort von weicheren Sandsteinen überlagert, die mit den Bausandsteinen von Kaiserslautern zu vergleichen sind. Innerhalb dieser Bausandsteine läßt sich ein höherer, direkt von den Rehberg-Schichten überlagerter Teil (Abb. 16) von den tieferen Lagen unterscheiden (Abb. 31). Die Trifels-Schichten bestehen überwiegend aus fluviatil sedimentierten, geröllführenden Sandsteinen. Abb. 30 zeigt zwei Profile aus dem tieferen Teil des Ruinensandsteins bei Annweiler im Abstand von 4 km. Beide Profile lassen sich gut vergleichen und enthalten im gleichen Niveau eine Inklinationszacke. Dabei zeigen in beiden Profilen die Proben im Bereich der Inklinationszacke ungewöhnlich starke Magnetisierungswerte (gleiche Größenordnung wie Basalt), welche sich bei der Abmagnetisierung als stabil erweisen. Eine Magnetisierung durch Blitzschlag liegt also nicht vor! Die Inklinationswerte unterscheiden sich deutlich vom Profil Kaiserslautern (Abb.32), welches somit eine Zwischenstellung zu den oberen Trifels-Schichten einnimmt (Abb. 33). Proben aus der Basis der Trifels-Schichten bei Dudweiler und Bildstock entsprechen den Winkelwerten von Kaiserslautern. Neben den in den Profilen aufgeführten Inklinationszacken ist in den übrigen Teilen der Trifels-Schichten mit weiteren Inklinationszacken zu rechnen. Eine solche wurde im Gebiet von Jagersfreude und Bexbach/Saar an zwei Stellen aufgefunden, konnte aber auf Grund der mangelnden stratigraphischen Einstufung (zwischen Profil Kaiserslautern und den oberen Trifels-Schichten) nicht wiedergegeben werden. Typisch für die Trifels-Schichten ist der kontinuierliche Inklinationsgang (Magnetisierungsänderung 4. Grades), der ein Wiedererkennen dieser Schichten in anderen Gebieten ermöglichen sollte.

Rehberg - Schichten

Die Rehberg-Schichten bestehen aus einem mehrfachen Wechsel von fluviatil sedimentierten, geröllführenden Sandsteinen (Felsbänke) und wenig verfestigten Dünensanden. Nach äußeren Merkmalen gleichen die Felslagen den Trifels-Schichten und die Dünensande den Karlstal-Schichten. Im Gehalt an Feldspat und Schwermineralen stimmen sie mit den Trifels-Schichten überein. Untersucht wurden diese Schichten besonders im Raume St. Ingbert, außerdem bei Homburg und Kaiserslautern. Die Rehberg-Schichten sind zwar auf Grund ihres morphologischen Verhaltens leicht zu erkennen, jedoch sind sie nur selten gut aufgeschlossen. Sie enthalten häufig schwache Magnetisierungswerte (ca. 30 % der gezogenen Proben lagen unter der Meßgenauigkeit des Gerätes). Wie aus Abb. 34 ersichtlich, scharen sich die meisten Werte bei den steilen Winkeln (Inklination 70 Grad) mit unterschiedlicher Deklination. Eine weitere Unterteilungsmöglichkeit auf Grund der Deklination zeigt sich an, ist jedoch bei den steilen Inklinationswerten zweifelhaft. Inklinationszacken konnten nicht aufgefunden werden. In ihrer Streuung unterscheiden sie sich deutlich von den oberen Trifels-Schichten, jedoch nicht von den folgenden unteren Karlstal-Schichten.

Karlstal - Schichten

Die Karlstal-Schichten heben sich morphologisch und petrographisch deutlich von den Rehberg-Schichten ab. Sie lassen sich unterteilen in:

untere Karlstal-Schichten	60 - 70 m
Karlstal-Felszone	15 - 30 m
obere Karlstal-Schichten	10 - 60 m

Die unteren Karlstal-Schichten bestehen aus einer einheitlichen Folge von Dünensanden. Diese Sande zeigen überwiegend eine dünnschichtige parallele Struktur im mm-Bereich, wobei jede Lage in sich die Merkmale der gradierten Schichtung enthält. Aus dieser horizontalen Schichtung heben sich gelegentlich bis zu 2 m mächtige Lagen mit schrägbogiger Dünenstruktur ab. Der Sandstein hat kein Bindemittel und wird bei Wasserzutritt rasch aufgelockert.

Abb. 34 Magnetisierungsdiagramm der Rehberg-Schichten

Abb. 35 Magnetisierungsdiagramm der unteren Karlstal-Schichten

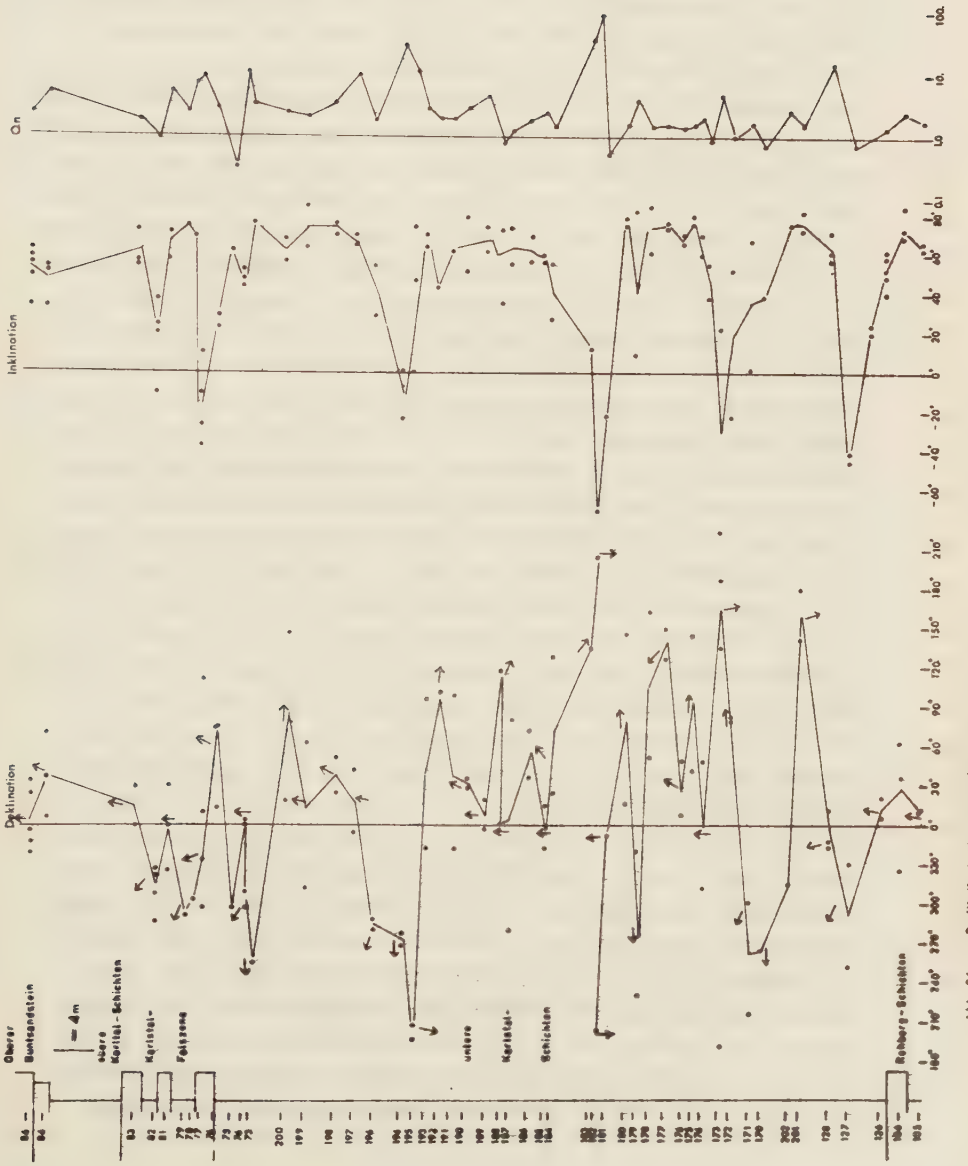


Abb. 36 Profil KAHLENBERG (Rohrbach/Saar)

Die Kalstal-Felszone besteht aus einem Wechsel von dünnschichtigen Dünensanden und geröllführenden, fluviatil sedimentierten Felsbänken. Die oberen Karlstal-Schichten zeigen gleiche Merkmale wie die unteren Karlstal-Schichten, jedoch enthalten sie häufig geringmächtige Felslagen. Die stark unterschiedliche Mächtigkeit ist die Folge der Lothringer Tektogenese. Die größten Mächtigkeiten liegen in der Pfalz vor.
Die Dünensande der Karlstal-Schichten lassen in sich zahlreiche kurzzeitige Sedimentationspausen erwarten. Gegenüber den fluviatil sedimentierten Sandsteinen sind sie das Produkt einer sehr lang andauernden Bildungsperiode. Untersucht wurde besonders das Profil am Kahlenberg bei Rohrbach/Saar, wo der gesamte Schichtenkomplex von den Rehberg-Schichten bis zum Oberen Buntsandstein, infolge des Autobahnbaues, aufgeschlossen ist (Abb. 35 und 36). Die Proben zeigen eine große Streuung in der Deklination. Ein Zusammenhang zwischen den benachbarten Proben kann kaum erkannt werden. Das Deklinationsprofil liefert keine korrelierbaren Aussagen. Die Inklination zeigt in den unteren Karlstal-Schichten 4 und im tieferen Teil der Karlstal-Felszone 2 Inklinationszacken. Die tiefste Inklinationszacke an der Basis der Karlstal-Schichten wurde auch in einem Vergleichsprofil in Dudweiler-Süd in gleicher stratigraphischer Lage angetroffen. Auf Grund dieser niedrigen und zum Teil negativen Inklinationswinkel ergibt sich ein vorläufiges Unterscheidungsmerkmal zu den Rehberg-Schichten sowie zu den oberen Karlstal-Schichten, in denen keine deutlichen Inklinationszacken mit negativem Inklinationswinkel aufgefunden wurden. Jedoch sind generell in diesen Schichten auch negative Inklinationswinkel zu vermuten.
Die Karlstal-Felszone wurde an 6 verschiedenen Punkten untersucht: Kahlenberg, Niederwürzbach, Lemberg, Salzwogtal, Merlebach und Wallerfangen. In allen Profilen ergibt sich, daß im tieferen Teil Inklinationszacken anzutreffen sind, während die obere Felsbank normal ausgerichtet ist (Abb. 37). Die Gesteinsproben aus den oberen Karlstal-Schichten entstammen sowohl den reduzierten Profilen im Saargebiet, wie auch Profilen der Pfalz (Lemberg, Zweibrücken) in denen die oberen Karlstal-Schichten in Mächtigkeiten bis zu 60 m vorliegen.

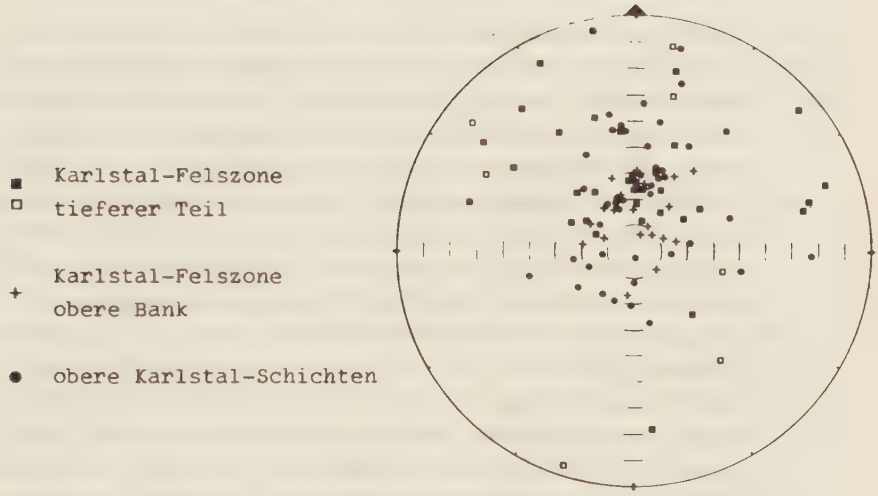


Abb. 37 Magnetisierungsdiagramm der Karlstal-Felszone und der oberen Karlstal-Schichten

Abb. 38 Magnetisierungsdiagramm von Basiskonglomerat + und Mittlerem Buntsandstein ● im westlichen Saarland

Der Mittlere Buntsandstein im westlichen Saarland

Im Bereich der Merziger Mulde/Saarland besteht der Hauptbuntsandstein aus einer einheitlichen Folge von Dünensanden mit Mächtigkeiten bis zu 100 m. Gleich den Karlstal-Schichten in der Pfalz und im östlichen Saarland zeigen diese Sande eine ebene dünnschichtige Struktur, aus welcher sich gelegentlich schrägbogige Dünenstrukturen in bis zu 4 m mächtigen Lagen abheben. Geringmächtige, wohl fluviatil sedimentierte Kristallsandsteinbänke sind in das Profil eingelagert. Als weitverbreitetes Vorkommen läßt sich ein Basiskonglomerat mit unterschiedlicher Mächtigkeit (bis zu 5 m) vom übrigen Sandstein abtrennen (Abb. 17, S. 47). In Farbe und Stoffbestand (Feldspat, Schwereminerale) stimmt der Mittlere Buntsandstein des westlichen Saarlandes mit den oberen Karlstal-Schichten überein. Die gesteinsmagnetischen Ergebnisse (Abb. 38) zeigen eine Übereinstimmung mit den oberen Karlstal-Schichten. In beiden Gesteinsverbänden werden keine negativen Inklinationswinkel aufgefunden. Die Streuung ist zwar in beiden Fällen groß, doch stimmen die Mittelwerte (Tabelle) gut überein. Ein direkter Vergleich kann zwischen Basiskonglomerat und der obersten Felslage der Karlstal-Felszone angestellt werden, deren magnetische Ausrichtungen in den Abb. 37 und 38 fast deckungsgleich vorliegen. Auf Grund der innerhalb der Karlstal-Felszone sonst anzutreffenden unterschiedlichen magnetischen Ausrichtung, kann das Basiskonglomerat direkt als altersgleich mit den obersten Schichtteilen der Karlstal-Felszone eingestuft werden. Der Hauptteil des Mittleren Buntsandsteins im westlichen Saarland entspricht den oberen Karlstal-Schichten. Während die oberen Karlstal-Schichten im östlichen Saarland teilweise in Folge der Lothringer Tektogenese abgetragen wurden, liegen im westlichen Saarland diese Schichten in noch größerer Mächtigkeit vor.

Der Obere Buntsandstein

Der Obere Buntsandstein unterscheidet sich an Hand petrographischer und sedimentologischer Merkmale deutlich vom tieferen Hauptbuntsandstein. In seiner Gesamtheit läßt er sich im linksrheinischen Buntsandsteingebiet wie auch über den süddeutschen Raum hin vergleichen. Seine Untergrenze wird durch eine, je nach Lage mehr oder minder deutliche Diskordanz (Lothringer Bewegung) markiert. Die stratigraphisch tiefsten Lagen werden vom Hauptkonglomerat und Karneolkonglomerat gebildet. Die folgenden Zwischenschichten sind rhythmisch aufgebaut. Die örtlich in unterschiedlicher Zahl vorliegenden Rhythmen haben Mächtigkeiten von 2 bis 10 m. Der Gesteinsbestand reicht in einem Rhythmus vom geröllführenden Grobsand bis zum Schluff. Die höchste Abteilung des Oberen Buntsandsteins, der Volziensandstein besteht aus feinkörnigen Bausandsteinen und Lettenlagen. Über diese generelle Gliederung hinaus wurde an Hand von violetten Horizonten eine genaue Unterteilung des Oberen Buntsandsteins versucht (MÜLLER). Wie aus Abb. 39 und 40 ersichtlich, kann die Zahl der in verschiedenen Aufschlüssen aufgefundenen violetten Zonen verschieden sein, sodaß ihr stratigraphischer Wert in Frage zu stellen ist. Die Mächtigkeit des Oberen Buntsandsteins schwankt beträchtlich (MÜLLER). Es ist, wie dies aus der Verbreitung von Hauptkonglomerat und Karneolkonglomerat hervorgeht, anzunehmen, daß die Sedimentation des Oberen Buntsandsteins im Bereich der Pfälzer Mulde früher einsetzt als im Bereich von Schwellenzonen (Karbonsattel, Düppenweiler Schwelle, Hunsrück/DACHROTH). Die von mir untersuchten Profile stammen aus dem Gebiet zwischen Zweibrücken und Forbach. Aus diesem Raume liegen von BUREK 3 Profile vor (4. Forbach, 5. Forbach, 6. Bubenhausen). Nur diese Profile können direkt miteinander verglichen werden, da bei weiter entfernt liegenden Profilen bereits Altersunterschiede vorliegen können.

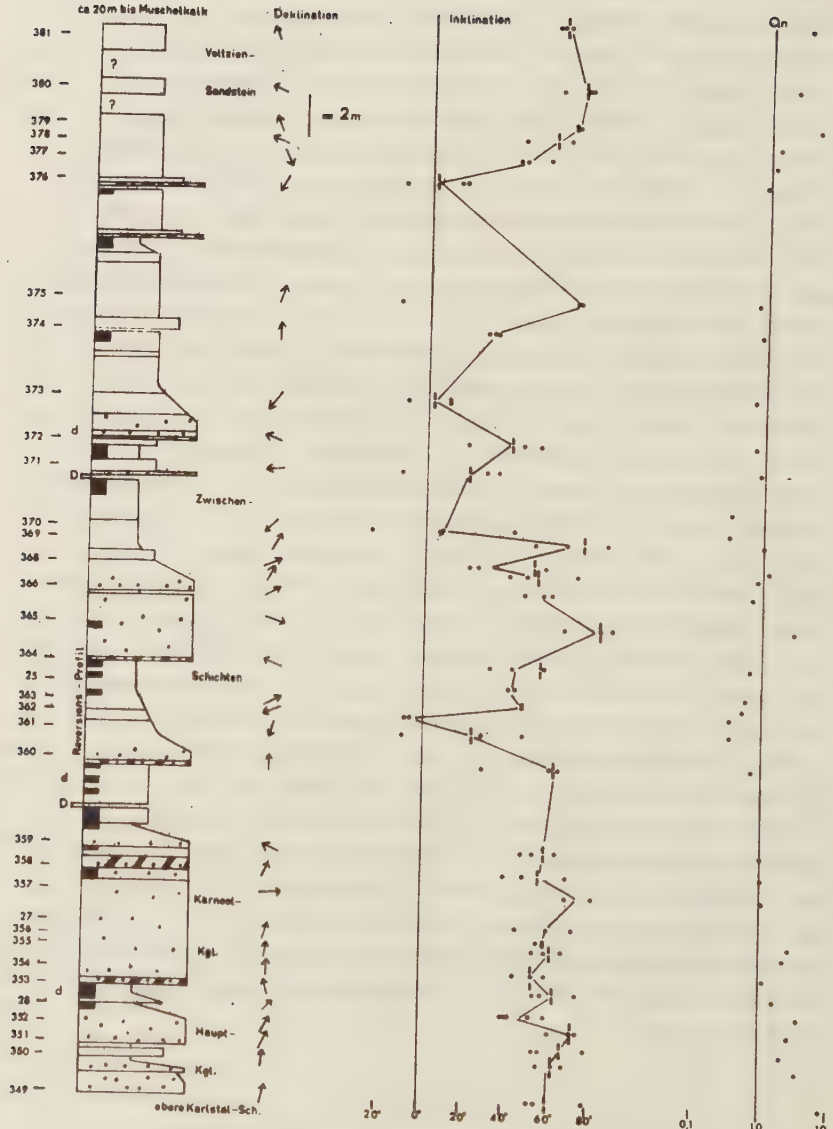


Abb. 38 OBERER BUNTSANDSTEIN (Profil Zweibrücken-BUBENHAUSEN/PFALZ)

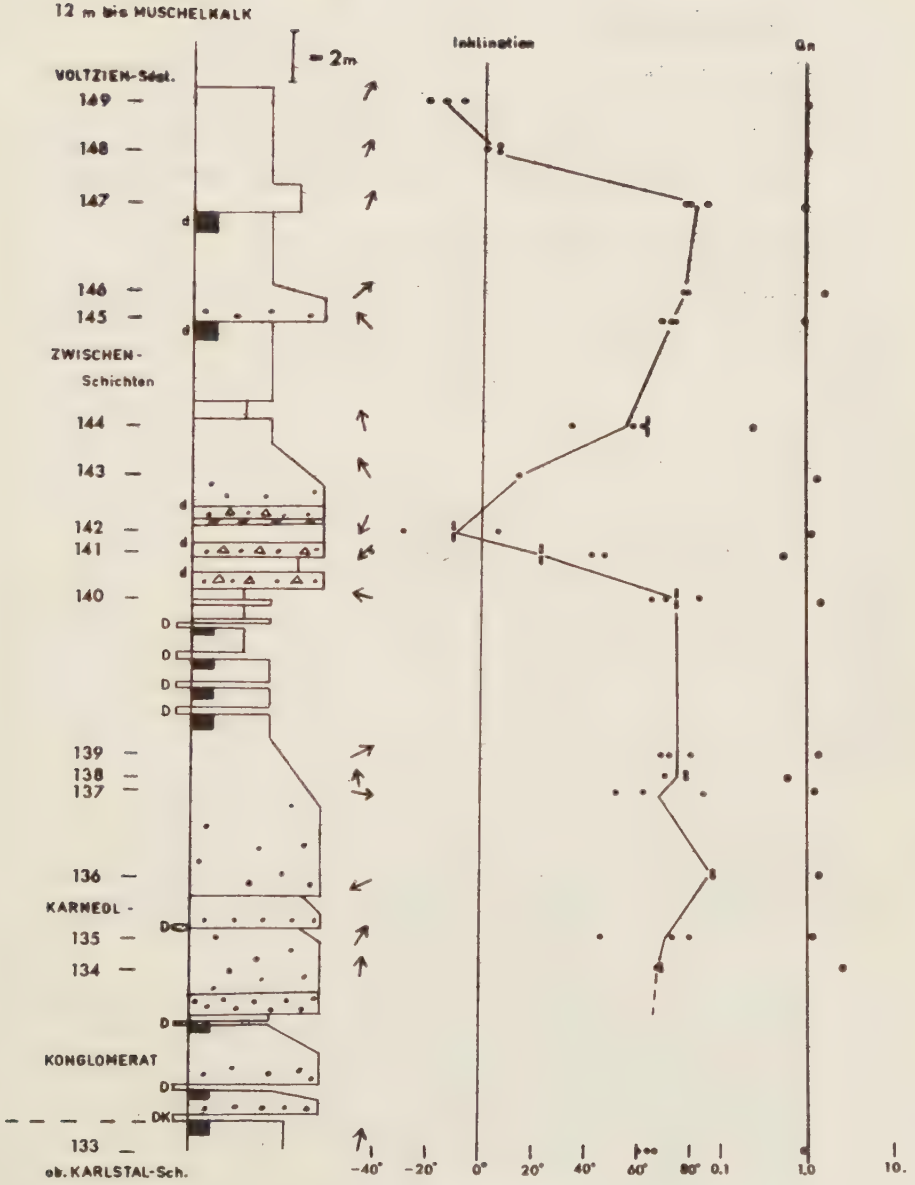


Abb. 40 OBERER BUNTSANDSTEIN
Profil Staffelberg südl. St. Ingbert / Saar

Hauptkonglomerat

Das Hauptkonglomerat enthält in allen Proben eine normale nördliche Ausrichtung. Gleiche Ergebnisse erzielt BUREK im Profil 9. Beckenhof. Die von mir untersuchten Proben stammen aus St. Avold, Blieskastel, Bubenhausen und Lemberg/Pfalz.

Karneolhorizont und Karneolkonglomerat

Diese Gesteine enthalten gleich dem Hauptkonglomerat eine normale, überwiegend nördliche Ausrichtung Abb. 41.

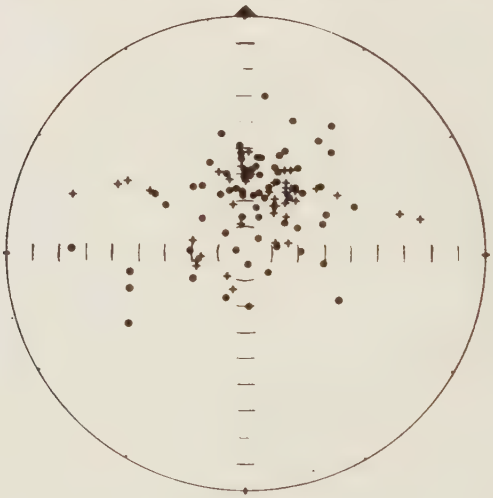


Abb. 41 Magnetisierungsdiagramm von Hauptkonglomerat + und Karneolkonglomerat ●

Die untersuchten Proben entstammen zahlreichen Einzelproben sowie 4 Profilen: Bubenhausen, Staffelberg, Scheidter Berg, Kreuzberg bei Forbach. Hier ergibt sich ein Unterschied zu den Untersuchungen von BUREK, der einen reversen Horizont in diese Schichten hineinlegt. Untersucht hat BUREK diese Gesteine im Profil 4 Forbach. Aus dem gleichen Steinbruch wurden von mir, zunächst ohne Kenntnis der Arbeit BUREK 5 Proben und später 2 Stichproben (ca. F9 und F7/BUREK) gezogen. Hiervon

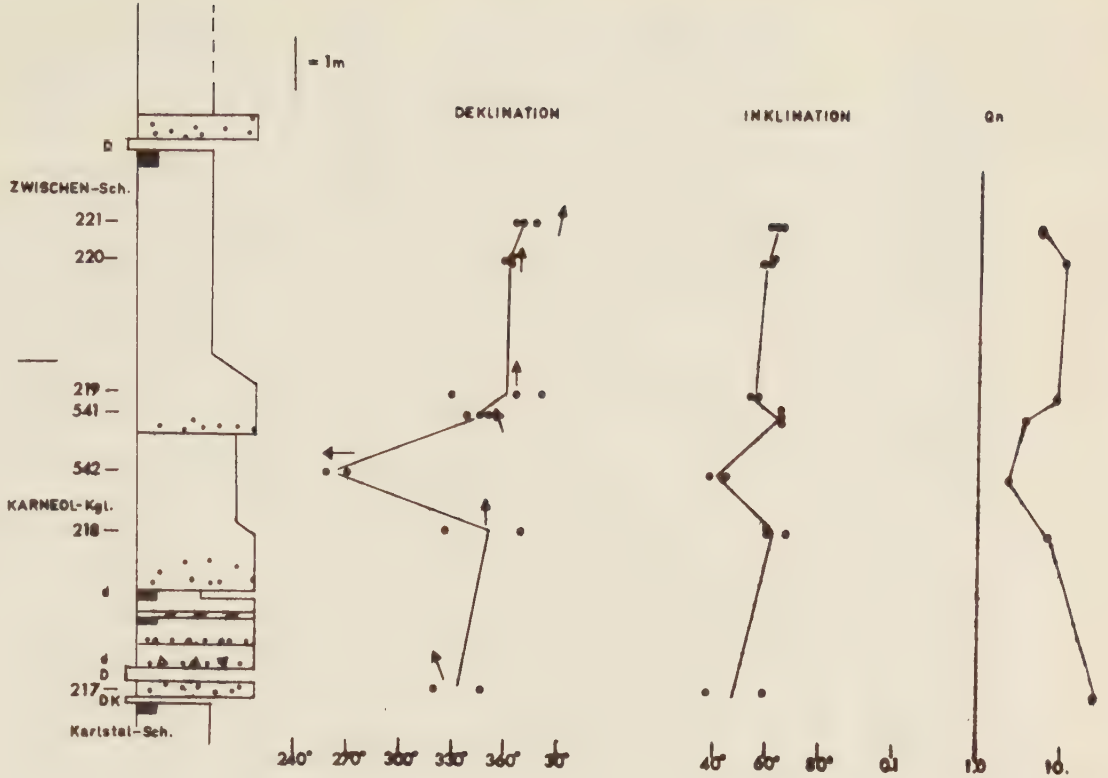


Abb. 42

KARNEOLKONGLOMERAT und tiefere ZWISCHENSCHENSCHICHTEN
Kreuzberg / Forbach

ergab lediglich die Probe 542 = F9 eine westwertige Ausrichtung bei Inklinationswerten um +40 Grad (Abb. 42). Es liegen somit in diesem Bereich nur geringe Abweichungen in der Magnetisierungsrichtung vor.

Zwischenschichten

Die Zwischenschichten lassen sich weder gegen das Karneolkonglomerat noch gegen den Voltziensandstein durch weitgültige Gesetzmäßigkeiten abtrennen. Der sowohl in der Horizontalen wie in der Vertikalen stark wechselnde Gesteinskomplex erlaubt eine Durchführung stratigraphischer Untersuchungen nur an solchen Profilen, in denen die untere und die obere Grenze des Oberen Buntsandsteins aufgeschlossen oder mindestens bekannt ist. So schließt BUREK, im Vertrauen auf die stratigraphische Bedeutung der violetten Zonen, die Proben F9 und FK1 in seinen Profilen Forbach 4 + 5 aneinander an, während diese durch mindestens 15 m Gestein voneinander getrennt sind. Analog setzt er auch die Basis des Profils 6 = Bubenhausen zu tief an. Zwischen der Basis des Oberen Buntsandsteins und Profilanfang liegen hier mindestens 30 m. Abb. 39 und 40 zeigen Profile aus dem Oberen Buntsandstein des östlichen Saarlandes. Die Inklinationslinien stimmen nur teilweise überein. Eine Parallelisierung der Inklinationszacken ist nur bei der untersten möglich. Innerhalb der Zwischenschichten ist durch Schichtlücken, sowie durch teilweise horizontale Zeitfolge (Schrägschichtung) und durch Zufälle bei der Probeentnahme die Parallelisierung der Inklinationszacken schwierig. Die starke Streuung der Deklination Abb. 43 läßt gleichfalls keine weitere Unterteilung zu. In die Zwischenschichten gehören die von BUREK im Profil Saarfels aufgefundenen reversen Magnetisierungsrichtungen.

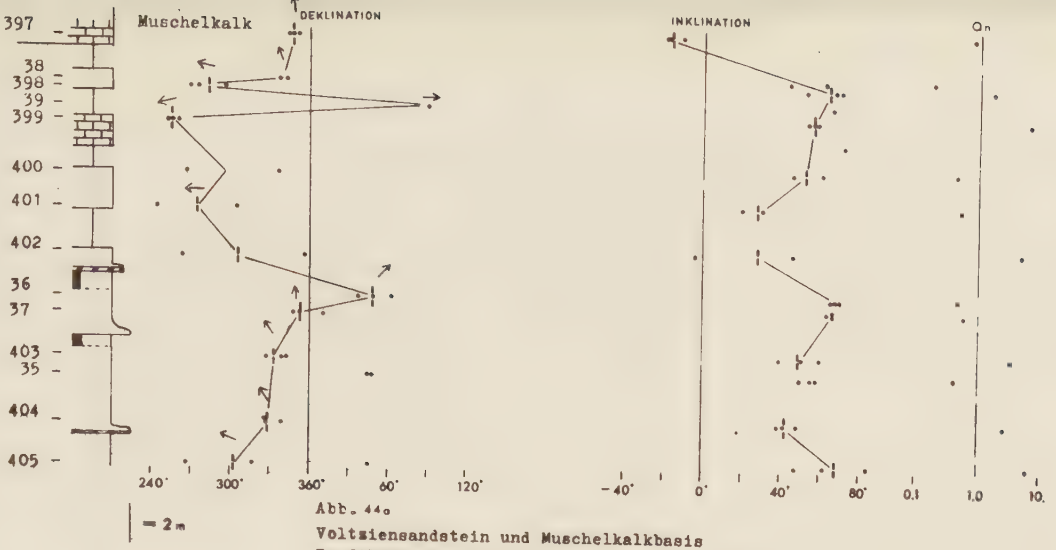


Abb. 44a

Voltziensandstein und Muschelkalkbasis
Profil Grumbachsteige (Bischmisheim / Saar)

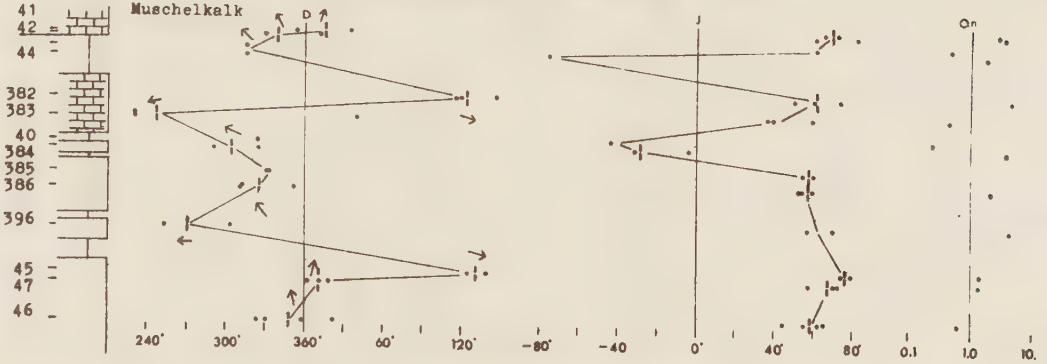


Abb. 44b

Voltziensandstein und Muschelkalkbasis
Profil Oberwürzbach / Saar

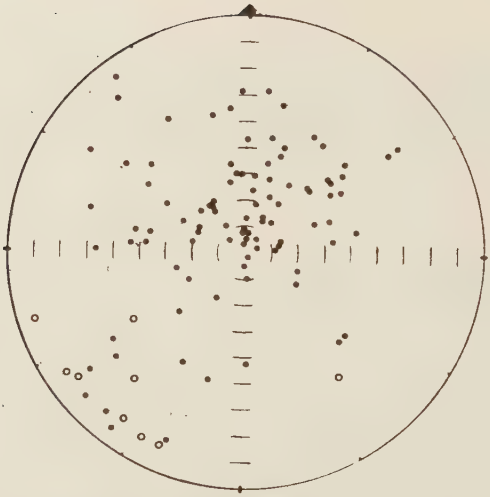


Abb. 43 Magnetisierungsdiagramm der Zwischenschichten

● Voltziensandstein

+ Muschelsandstein

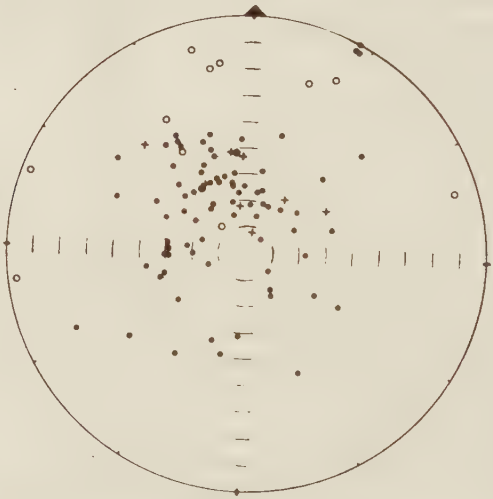


Abb. 45 Magnetisierungsdiagramm des Voltziensandsteins

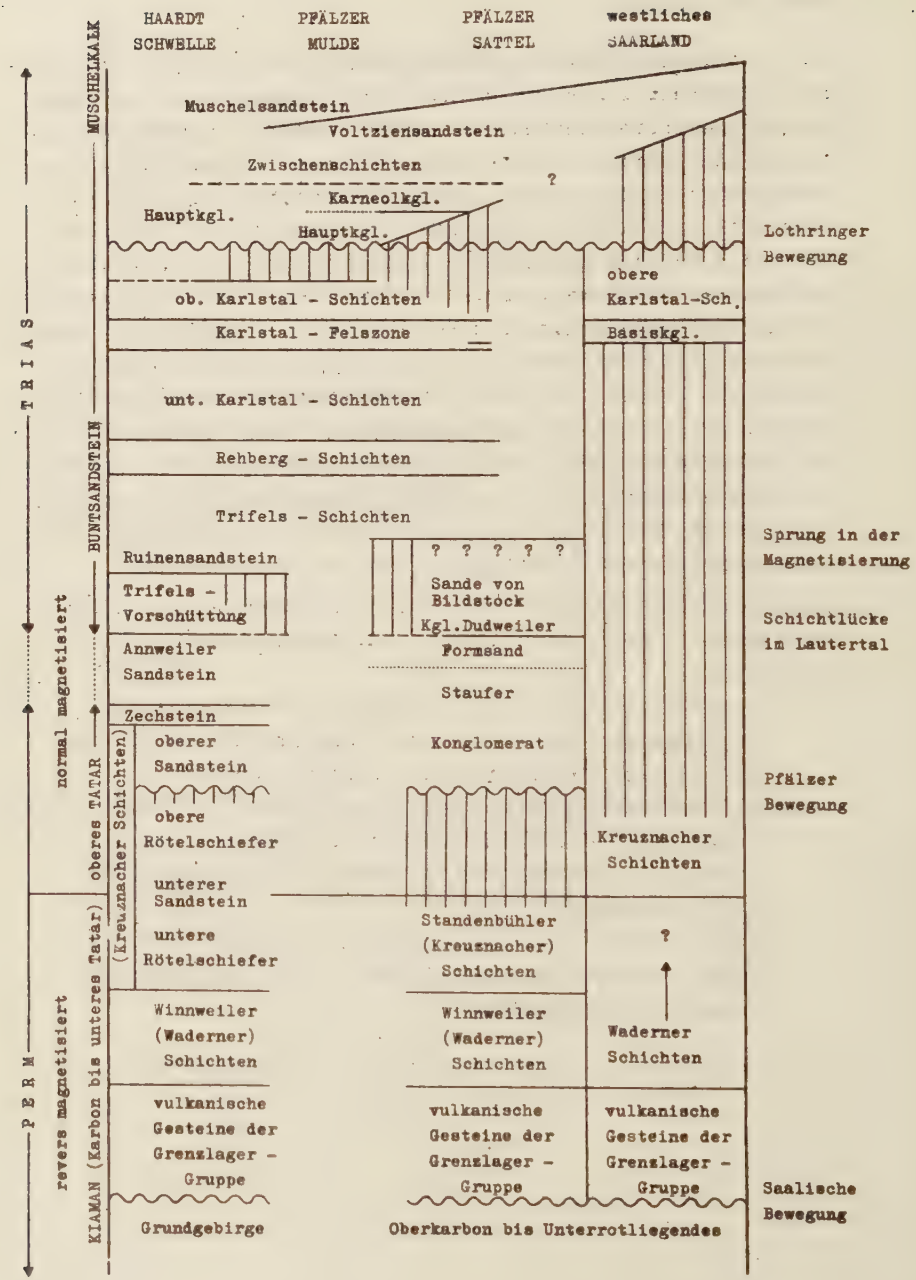
Voltziensandstein

Der Voltziensandstein ist weder nach unten noch nach oben eindeutig begrenzt. Die Obergrenze liegt allgemein an der obersten rotgefärbten Lettenlage. Im Grenzbereich Buntsandstein-Muschelkalk verzahnen sich beide Fazien in einem Bereich von durchschnittlich 5 m, der jedoch im extremen Falle bis zu 20 m groß werden kann. Zwischen dem eigentlichen Voltziensandstein und dem Muschelkalk können bis zu 10 m mächtige Lettenlagen vorkommen. Abb. 44 zeigt 2 Profile mit übereinstimmenden gesteinsmagnetischen Daten. Die tiefere der beiden Inklinationszacken kann mit dem als R8 und R9 bezeichneten Einschnitt in den von BUREK ausgemessenen Profilen verglichen werden. Auffallend und kennzeichnend für die höchsten Schichten des Voltziensandsteins ist eine überwiegend Nord-West gerichtete Deklination (Abb. 45). Diese Beobachtung findet sich auch in den Profilen von BUREK bestätigt. Die tiefsten Lagen des Muschelsandsteins enthalten die gleichen Merkmale.

An Hand gesteinsmagnetischer Messungen lassen sich im Oberen Buntsandstein drei verschiedene Schichtenbereiche deutlich ansprechen:

1. Hauptkonglomerat, Karneolkonglomerat und tiefere Zwischenschichten sind normal ausgerichtet und zeigen nur geringe Bewegung in der Inklination.
2. Die Zwischenschichten enthalten mehrere Inklinationszacken (Der Ausdruck Reversion ist nur teilweise richtig.) Die Deklination streut sehr weit um Nord.
3. Voltziensandstein -
   Gleich wie in den Zwischenschichten liegen mehrere Inklinationszacken vor (2 bis 3). Die Deklination streut um Nord-West.

Stratigraphische Übersichtstabelle



ZUSAMMENFASSUNG

Im Oberrotliegenden (Perm) und Buntsandstein (Trias) aus Pfalz und Saarland wurden 540 Gesteinsproben (Sandstein) nach stratigraphischen Gesichtspunkten gezogen. Hiervon wurden 1500 Meßwürfel (specimen) angefertigt und am astatischen Magnetometer in Göttingen vermessen.
Die aufgefundenen Häufigkeitsverteilungen der Remanenz- und Suszeptibilitätswerte zeigen Abhängigkeit von der Petrographie. Als Träger der Magnetisierung haben sowohl die ferromagnetischen Schwereminerale wie der die Rotfärbung verursachende Hämatit zu gelten.
Als relative Intensitätsangabe zum fossilen Magnetfeld wird der Qn-Faktor errechnet. Für alle untersuchten Schichten ergeben sich ähnliche bis gleiche Verteilungskurven der Qn-Werte. Im Profil können sich die Qn-Werte rasch ändern, sodaß sie nur selten zur stratigraphischen Korrelation verwendet werden können.
Die aufgefundenen Magnetisierungsrichtungen sind in tieferen Teilen des Oberrotliegenden revers und entsprechen dem Kiaman. Höhere Teile des Oberrotliegenden sind normal ausgerichtet und sind somit in das obere Tatar zu stellen. Eine Abgrenzung des Tatars gegen den Buntsandstein und somit eine Abgrenzung zwischen Perm und Trias ist an Hand der gesteinsmagnetischen Messungen nicht möglich.
Im Säulendiagramm wie in der Polarprojektion zeigen besonders die engen Schichtenbereichen entstammenden Proben eine gerichtete Streuung und somit ein unterschiedliches Verhalten von Inklination und Deklination.
Es werden 19 Profile aufgeführt. In allen Profilen reihen sich die Inklinationswerte wie auch die Deklinationswerte zu geschwungenen bis gezackten Kurvenbildern aneinander. Auffallend an diesen Kurven sind kurzzeitige Ausschläge der Inklination (Inklinationszacken) bis zu Werten mit negativen Gradbereichen.
Im zusammengestellten Schema, wie auch in der Wiedergabe eines Reversionsverlaufes werden die reversen Gesteinsproben durch Übergangswerte mit den normal ausgerichteten Gesteinslagen verbunden. Es werden, entsprechend diesen Beobachtungen, die

aufgefundenen Richtungen in "normaler Bereich", "Übergangsbereich" und "reverser Bereich" eingeteilt. Eine auf den normalen Bereich beschränkte Richtungsstatistik ergibt Variationen von Inklination und Deklination in einer stratigraphisch verwendbaren Größenordnung. Es werden insgesamt in 4 verschiedenen Größenordnungen Magnetisierungsänderungen nachgewiesen.
Die Abmagnetisierung bei 500 Oerstedt zeigt Stabilität der remanenten Magnetisierungswerte an.
Die ermittelten Pollagen stimmen im Falle des reversen Perms mit anderen Beobachtungen überein. Für das obere Tatar und den Buntsandstein ergeben sich dem heutigen Magnetfeld entsprechende Pollagen.
Die Möglichkeit zu stratigraphischer Korrelation an Hand gesteinsmagnetischer Profile beruhen in der Variation der magnetischen Ausrichtung. Unabhängig vom raschen Wechsel im Profil sind zunächst die langandauernden Gesetzmäßigkeiten heranzuziehen.
Die Parallelisierung der magnetischen Profile im stratigraphisch engen Bereich wird durch Ungleichmäßigkeiten in Sedimentationsgeschwindigkeit und Abstand bei der Probeentnahme erschwert. Hierfür werden Möglichkeiten der Korrektur aufgezeigt. Die stratigraphischen Anwendungsmöglichkeiten werden allgemein besprochen. Die gesteinsmagnetische Korrelation beruht auf wiederkehrenden magnetischen Ereignissen und ist somit nur in Verbindung mit der Biostratigraphie zur Datierung geeignet. Im speziellen stratigraphischen Teil werden die untersuchten Schichten kurz besprochen und die magnetischen Ausrichtungen in Polarprojektionen und Profilen veranschaulicht. Bei mehreren parallelen Profilen können gleichgerichtete Magnetisierungsänderungen beobachtet werden. Besonders die Inklinationszacken liegen in den gut vergleichbaren Profilen in gleichem Niveau vor und geben somit Beweise für die stratigraphische Verwendbarkeit der gesteinsmagnetischen Messungen.
Das statistische Verhalten des Normalfeldes ist in einer Tabelle sowie in Abb. 14 veranschaulicht.
Die regionalen stratigraphischen Ergebnisse sind in der stratigraphischen Übersicht [illegible] aufgeführt.

Tabelle 2

Richtungsstatistische Angaben zu den untersuchten Schichten (Normalbereich)

a) Das Mittel der remanenten Magnetisierungsrichtungen auf der Kugeloberfläche (Streuwinkel / StW) (Radius des Treuekreises / rF).

b) Das Mittel der Remanenzbeträge auf der Kugeloberfläche.

c) Die getrennte lineare Mittelung von Deklination und Inklination (Streuung / Str).

d) Die getrennte lineare Bildung der Medianwerte von Deklination und Inklination (Interquartildifferenz / Id) Perzentile 25, Perzentile 75. Weitere Erläuterungen siehe S. 34.

	Dekl.	Str	Id	P25	P75	Inkl.	StW	rF	Str	Id	P25	P75
1	Basalt Waldrohrbach (35)											
	a 194					11	29	9				
	b 193					15						
	c -	-				13			24			
	d 195		24	189	213	7				26	-6	20
2	Waderner Fazies und Untere Rötelschiefer / Annweiler (12)											
	a 214					-7	26	15				
	b 214					-12						
	c 214	17				- 2			22			
	d 211		16	202	218	4				27	-19	8
3	Obere Rötelschiefer / Stauf (15)											
	a 211					14	24	12				
	b 208					7						
	c 213	12				19			17			
	d 209		14	203	217	11				17	6	23
4	Quarzit'konglomerat / Donnersberg (18)											
	a 208					0	19	8				
	b 206					-5						
	c 208	8				3			16			
	d 206		14	200	213	7				25	-13	12
5	Standenbühler Schichten (33)											
	a 210					7	22	7				
	b 207					1						
	c 210	11				10			19			
	d 208		12	202	215	8				17	1	18
6	Winnweiler Schichten / Winnweiler - Donnersberg (12)											
	a 194					-2	12	7				
	b 193					-3						
	c 194	5				1			11			
	d 193		9	189	198	3				21	-14	7

	Dekl.	Str	Id	P25	P75	Inkl.	StW	rF	Str	Id	P25	P75
7	Basalt Winnweiler / Schneckenhausen (6)											
	a 215					-7	12	10				
	b 214					-3						
	c 215	2				-6			13			
	d 213		2	213	215	0				25	-14	7
8	Reverses Perm / Oberrotliegendes (98)											
	a 203					4	26	5				
	b 198					10						
	c -					7			21			
	d -					6				26	-10	16
9	Obere Rötelschiefer / Annweiler (10)											
	a 309					76	11	7				
	b 313					76						
	c 307	40				72			2			
	d 323		65	266	331	72				4	70	74
10	Oberer Sandstein / Annweiler (25)											
	a 9					53	15	5				
	b 14					52						
	c 9	19				51			10			
	d 5		26	355	21	49				13	45	57
11	Zechstein / Annweiler (15)											
	a 2					46	18	8				
	b 11					46						
	c 3	21				45			9			
	d 6		32	346	18	43				16	37	53
12	Annweiler Sandstein - unterer Teil - (41)											
	a 10					51	18	5				
	b 10					49						
	c 10	25				49			10			
	d 7		30	355	25	46				11	41	52
13	Annweiler Sandstein - oberer Teil - (31)											
	a 292					59	22	7				
	b 296					58						
	c 294	33				54			10			
	d 299		49	269	318	55				14	47	61
14	Obere Rötelschiefer bis Annweiler Sandstein (122)											
	a 351					59	26	4				
	b 1					55						
	c 344	43				52			12			
	d 355		54	322	16	50				16	43	59
15	Staufer Konglomerat - unterer Teil - (17)											
	a 17					40	-	-				
	b 63					24						
	c 10	65				25			19			
	d 358		298	298	314	17				35	8	43
16	Staufer Konglomerat - höherer Teil - (36)											
	a 354					63	13	4				
	b 351					64						
	c 345	42				61			7			
	d 351		16	342	358	60				6	58	64

	Dekl.	Str	Id	P25	P75	Inkl.	StW	rF	Str	Id	P25	P75
17	**Formsand (20)**											
	a 356					75	16	6				
	b 355					75						
	c 359	46				71			9			
	d 349		58	323	20	70				9	65	75
18	**Oberrotliegendes St. Wendel / obere Folge (9)**											
	a 315					84	16	11				
	b 316					83						
	c 290	81				76			9			
	d 288		127	204	330	75				11	69	80
19	Oberrotliegendes St. Wendel / untere Folge (11)											
	a 10					63	20	11				
	b 5					66						
	c 4	36				60			12			
	d 12		45	341	26	62				20	48	67
20	Oberrotliegendes westliches Saarland (22)											
	a 13					76	20	8				
	b 356					84						
	c 348	63				70			13			
	d 2		70	317	27	71				13	65	78
21	Oberrotliegendes Saarland (42)											
	a 8					75	20	6				
	b 357					81						
	c 340	66				68			13			
	d 350		78	307	335	70				15	63	78
22	Konglomerat Dudweiler (1[illegible])											
	a 7					63	17	10				
	b 14					63						
	c 6	31				60			8			
	d 11		36	352	28	58				12	52	64
23	Konglomerat Schwedelbach/ Pfalz (21)											
	a 25					66	16	6				
	b 24					66						
	c 20	30				63			9			
	d 24		23	11	35	60				17	55	72
24	Trifelsvorschüttung Bildstock / Saarland (13)											
	a 21					67	23	12				
	b 17					67						
	c 19	44				61			14			
	d 15		44	349	33	61				22	47	68
25	Konglomerat Dudweiler, Schwedelbach, Trifelsvorschüttung (45)											
	a 19					66	18	5				
	b 22					66						
	c 16	35										
	d 20		35	303	34							
26	Untere Trifelsschichten (Ruinensandstein) Annweiler (37)											
	a 15					46	26	8				
	b 20					42						
	c 17	30				42			16			
	d 13		33	356	28	44				30	25	54

	Dekl.	Str	Id	P25	P75	Inkl.	StW	rF	Str	Id	P25	P75
27	Untere Trifelsschichten Kaiserslautern (44)											
	a 1					61	14	4				
	b 2					59						
	c 0	21				59			10			
	d 4		23	350	14	61				17	50	67
28	Obere Trifelsschichten (30)											
	a 14					69	17	6				
	b 15					69						
	c 14	32				65			10			
	d 23		53	347	40	65				15	58	73
29	Rehbergschichten (54)											
	a 341					81	21	5				
	b 7					69						
	c 337	83				69			9			
	d 350		117	258	15	69				14	62	75
30	Trifels- und Rehbergschichten (165)											
	a 6					66	24	3				
	b 15					53						
	c 359	55				60			15			
	d 8		42	343	25	62				18	52	70
31	Untere Karlstalschichten 1 (7)											
	a 337					82	23	17				
	b 342					79						
	c 16	111				69			8			
	d 11		113	293	46	69				12	59	73
32	Untere Karlstalschichten 2 (11)											
	a 77					85	20	11				
	b 71					82						
	c 76	72				72			8			
	d 50		128	18	146	75				12	65	77
33	Untere Karlstalschichten 3 (16)											
	a 35					72	26	12				
	b 20					70						
	c 32	53				61			12			
	d 27		76	357	73	60				14	56	70
34	Untere Karlstalschichten 4 (14)											
	a 336					73	24	12				
	b 353					77						
	c 354	70				64			11			
	d 347		106	290	36	64				17	53	70
35	Untere Karlstalschichten - gesamt (59)											
	a 220					80	25	6				
	b 40					81						
	c 34	77				66			11			
	d 26		118	341	93	68				18	57	74
36	Karlstal-Felszone - unterer Teil (16)											
	a 0					69	14	7				
	b 1					68						
	c 359	36				66			5			
	d 3		45	327	11	65				8	60	68

	Dekl.	Str	Id	P25	P75	Inkl.	StW	rF	Str	Id	P25	P75
37	**Karlstal-Felszone - obere Bank (22)**											
	a 5					76	16	6				
	b 12					79						
	c 3	61				71			9			
	d 5		63	332	35	72				12	65	77
38	**Obere Karlstalschichten (35)**											
	a 351					75	26	8				
	b 354					71						
	c 350	86				63			11			
	d 354		79	299	17	64				17	53	70
39	**Basiskonglomerat / westliches Saarland (26)**											
	a 16					71	19	6				
	b 14					70						
	c 19	47				65			7			
	d 26		60	340	41	64				7	61	68
40	**Mittlerer Buntsandstein / westliches Saarland (24)**											
	a 22					79	30	12				
	b 17					67						
	c 17	81				60			11			
	d 9		76	349	64	60				16	51	67
41	**Karlstalschichten - gesamt (184)**											
	a 9					75	41	5				
	b 10					73						
	c 14	72				65			10			
	d 11		73	340	53	65				14	58	72
42	**Hauptkonglomerat (39)**											
	a 6					72	24	7				
	b 296					75						
	c 352	64				63			13			
	d 17		95	300	36	63				15	57	72
43	**Karneol-Konglomerat (58)**											
	a 12					65	17	4				
	b 7					63						
	c 11	35				61			9			
	d 88		33	354	27	61				12	55	67
44	**Zwischenschichten (54)**											
	a 13					70	23	6				
	b 19					66						
	c 6	50				62			12			
	d 12		80	326	46	61				19	52	71
45	**Voltziensandstein (58)**											
	a 321					67	22	5				
	b 309					70						
	c 330	54				60			11			
	d 328		54	296	351	61				13	54	67
46	**Muschelsandstein (7)**											
	a 345					62	20	15				
	b 353					71						
	c 352	27				60			15			
	d 346		36	325	60	57				19	48	67
47	**Oberer Buntsandstein (200)**											
	a 345					62	20	15				
	b 353					71						
	c 352	27				60			15			
	d 346		36	325	60	57				19	48	67

LITERATUR

AMMON, L. von & O. M. REIS (1903): Erläuterungen zu dem Blatte Zweibrücken der geognostischen Karte des Königreiches Bayern, München.

DE BOER, JELLE (1968): Paleomagnetic Differentiation and Correlation of the Triassic Volcanie Rocks in the Central Apalachians - Geological Society of America Bulletin Vol. 79, S. 609-626

BRENNEIS, P. (1968): Stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der Merziger Grabenmulde - Diplomarbeit, Geologisches Institut der Universität des Saarlandes.

BUREK, P. & NAIRN, A. (1966): Paläomagnetismus - ein neues Teilgebiet der Geophysik. - Physikalische Blätter, Heft 3

--(1967): Korrelation revers magnetisierter Gesteinsfolgen im oberen Buntsandstein SW-Deutschlands. - Geologisches Jahrbuch 84, S. 591-616

COLLINSON, D. W. (1965): The remanent magnetisation and magnetic properties of red sediments. - Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, Vol. 10, S. 105-126

CREER, K. M. (1962): On the origin of the magnetization of red beds. - J. Geomagn. Geoelectr., 13, 3, S. 86-100, Kyoto.

DACHROTH, W. (1967): Stratigraphie und Tektonik im Hauptbuntsandstein des östlichen Saarlandes. Die stratigraphische Stellung des Hauptkonglomerates. - Annales Universitates Saraviensis, H. 5.

DIETZ, V. (1965): Beiträge zur Geologie und Sedimentologie des südwestlichen Hunsrückrandes. - Annales Universitates Saraviensis, Heft 4.

MC DOUGALL, I. & CHAMALAUN, F. H. (1966): Geomagnetic Polarity Scale of Time. - Nature 212, No 5069, S. 1415-1420

FALKE, H. (1954): Erläuterungen zum stratigraphischen Profil d. saarpfälzischen Oberrotliegenden. - 32. Jtg. deutsch. mineral. Gesellschaft/Mainz

FIRTION, F. & DACHROTH, W. (1964): Sur les subdivisions du Grès bigarré moyen de la partie orientale du pays sarrois. - C. R. Acad. Sc. Paris, 258, 4303-4304.

FIRTION, F.; SCHÖMER, R. & DIETZ, V. (1964): Sur l'existence du Grès bigarré moyen dans le Fossé de Lebach. - C. R. Acad. Sc. Paris, 259, p. 1883-1884.

GÜMBEL, K. W. von (1894): Geologie von Bayern, 2. Teil 7, Die Rheinpfalz, 889-1063, Kassel.

--(1897): Kurze Erläuterung zu dem Blatte Speyer der geognostischen Karte des Königreiches Bayern, München.

HARRISON, C. G. A. & SOMAYAJULU, B. L. K. (1966): Behaviour of the earth's Magnetic field during a reversal. - Nature 212, No 5067, S. 1193-1195

HELLBARDT, G. (1958): Das astatische Magnetometer und seine Verwendung und Messung sehr schwacher Gesteinsmagnetisierungen. - Geol. Jb., 75, S. 319-346, 15 Abb., 7 Tab., Han.

HENRICH, H.W. (1962): Sedimentpetrographische Untersuchungen im Buntsandstein des Saarlandes und angrenzender Gebiete. - Annales Universitates Saraviensis, Sc. Vol. 10, Fasc. 3

HENTSCHEL, H.E. (1963): Die permischen Ablagerungen im östlichen Pfälzer Wald zwischen Neustadt-Lambrecht und Klingenmünster-Silz. - Notizbl. Hess. L. Amt f. Bodenf., 91,Wiesbaden.

IRVING, E. (1964): Paleomagnetism - S. 1-399, New York (Wiley)
KESSLER, P. (1927): Erze, Baryt, Bleichungen und Verkieselungen im westdeutschen Buntsandstein mit besonderer Berücksichtigung der saarländischen Vorkommen. - Festschrift zur 55. Tagung des oberrh. geologischen Vereins zu Saarbrücken.
KRUSEMANN, G. P. :Etude paléomagnetique et sédimentologique du basin Permien de Lodève, Herault, France. - Geologica Ultraiectina, Vol. 9, 1-63
LEPPLA, A. (1888): Über den Buntsandstein im Haardtgebirge. - Geogn. Jh. 1, Jg. 1888, München.
--(1889): Rotliegendes und Buntsandstein im Haardtgebirge. - Mitt. d. Pollichia Nr. 3, XLVIII, Dürkheim.
--(1892): Über den Bau der pfälzischen Nordvogesen. - Jahrb. d. Preuss. geol. L. -Anst., Berlin.
--(1925): Zur Stratigraphie und Tektonik der südlichen Rheinprovinz. - Jb. preuss. geol. L.-Anst., Berlin
LIEDTKE, G. (1968): Beiträge zur Tektonik und Sedimentologie des St. Wendeler Grabens. - Diplomarbeit, Geologisches Institut der Universität des Saarlandes.
DE MAGNEE, A. & NAIRN, A. E. M. (1962): La méthode paléomagnetique Application au Poudingue de Malmedy. - Bulletin de la Société Belge de Geologie, Vol. 71, 551-565
MC. MAHON, B. E. & STRANGWAY, D. W. (1967): Kiaman Magnetic Interval in the Western United States. - Science 155 (3765) S. 1012-1013.
MÜLLER, E. M. (1954): Ausbildung und Mächtigkeit der Zwischenschichten im Saar-Lothringischen Raum. - Annales Univ. Saraviensis, Sci., 131, 1/2,
--(1954): Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläographie des oberen Buntsandsteins im Saar-Lothringischen Raum. - Annales Univ. Saraviensis. Sci., 131, 3.
MÜLLER, E. M., SCHRÖDER, E. & SCHMIDT, W. (1960): zur Gliederung und Altersstellung des linksrheinischen Buntsandsteins. - Notizbl. Hess. L.-Anst. f. Bodenforschung, 88, Wiesbaden.
MÜLLER, E. M. & KLINKHAMMER, B. F. (1963): Über die Verbreitung der Kreuznacher Schichten und die Ausbildung der Grenze Oberrotliegendes (Buntsandstein zwischen westl. Hunsrück und Saarkarbonsattel. - Notizbl. Hess. L.-Anst. f. Bodenforschung, 91, Wiesbaden.
NAGATA, T. (1961): Rock Magnetism. /Tokyo
NAGATA, T. & MINORU, O. (1967): Paleomagnetism.-in: Matsushita,S und Campbell, W.H. Physics of Geomagnetic Phenomena /New York
NAIRN, A. E. (1957): Observations paléomagnetiques en France: Roches Permiennes. - Bulletin de la Société Geologique de France, 6e série, tome VII.
--(1960): Paleomagnetic results from Europe. - J. Geol. 68, 3, S. 285-306, 27 Abb., 6 Tab., Chicago.
NIJENHUIS, G.H. W. (1961): A paleomagnetic study of the Permian volcanics in the Nahe region (S.W.Germany). - Geol. Mijn., 40 S. 26-38
OPDYKE, N. D.; GLASS, B.; HAYS, D. J. & FOSTER, J. (1966): Paleomagnetic Study of Antarctic Deep - Sea Cores. - Science 1954 (3747) s. 349-357.

REIS, O. M. (1921): Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg der geognostischen Karte von Bayern, München.
SCHMUCKER, U. (1959): Examination of the rock magnetism of the Permian Nahe volkanics. - Geol. Rundschau 48, S. 184-195.
TARLING, D. H. (1965/1966): The Paleomagnetism of some of the Hawaiian Islands. - Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society (Oxford), Vol. 10, S. 93-104.
THEOBALD, N. (1952): Aperçu géologique du territoire de la Sarre. - Schriften der Universität des Saarlandes.
THÜRACH, H. (1894): Über die Gliederung des Buntsandsteins in der Rheinpfalz... - Berichte über die Versammlungen d. Oberrh. geol. Vereins, Stuttgart.
WILSON, R. L. (1961): Paleomagnetism.in Northern Ireland. Part II. On the reality of a Reversal of the Earth Magnetic Field. - Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, Vol. 5, S. 59-69.

Wolfgang Rüdiger Dachroth
Diplom - Geologe

LEBENSLAUF

Am 27. Februar 1938 wurde ich in Schmölln in Thüringen geboren. Ich bin dritte von vier Söhnen des Oberstudienrates Dr. phil. Günter Dachroth und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Karras. Von 1944 bis 1953 besuchte ich die Volksschule in Schmölln. 1953 sind wir nach Berlin umgezogen.
In Berlin - Charlottenburg besuchte ich von 1953 bis 1958 den Aufbauzweig der Gottfried - Keller - Schule. Nach erfolgter Reifeprüfung ließ ich mich im Sommersemester 1958 an der Philosphischen Fakultät der Freien Universität Berlin einschreiben und studierte die Fächer Geschichte, Geographie und Zoologie. Im Wintersemester 1960/61 wechselte ich zur Naturwissenschaftlichen Fakultät und begann das Studium der Geologie. Nach drei Semestern bestand ich die Diplomvorprüfung.

Seit Wintersemester 1962/63 studierte ich an der Universität des Saarlandes, wo ich im Februar 1965 die Diplomhauptprüfung bestand.

Die Diplomarbeit, die unter Leitung von Herrn Professor Dr. F. Firtion angefertigt wurde, trägt den Titel "Stratigraphie und Tektonik im Hauptbuntsandstein des östlichen Saarlandes". Diese Arbeit wurde in den Annales Universitates Saraviensis, Heft 5, 1967 veröffentlicht.
Im Anschluß an das Diplom begann ich unter Leitung der Herren Professor Dr. F. Firtion und Professor Dr. A. Jung mit meiner Dissertationsarbeit, die sich mit der Korrelation gesteinsmagnetischer und stratigraphischer Daten befaßt.

Seit 31. August 1966 bin ich mit Ingrid Dachroth, geb. Hoffmann, verheiratet. Mein Sohn Tilo wurde am 25. Juni 1967 geboren.
Seit 1. Januar 1967 bin ich Verwalter der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten am Geologischen Institut der Universität des Saarlandes.